

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт  
Кафедра технологии автоматизированного машиностроения

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ / В.И. Гузеев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Проектирование участка механической обработки детали «Крышка шиберной  
задвижки» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы  
А.В. Выбойщик  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Автор работы  
студент группы ПЗ-551  
И.А. Мамонтова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Нормоконтролер  
И.С. Болдырев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Аннотация

Мамонтова И.А. Проектирование участка механической обработки детали «Крышка шиберной задвижки» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения. — Челябинск: ЮУрГУ, 2018. — 81с., 47 ил., 3 табл., библиогр. список — наим., чертежей ф. А1, 2 листа ф. А2

Проанализировав действующий технологический процесс был предложен способ отливки методом ХТС с улучшенной смесью. Была предложена отливка улучшенной конструкции, при обработке которой сокращается время обработки.

Был разработан проектный технологический процесс. По техническим данным было выбрано оборудование, позволяющее обработать деталь «Крышка шиберной задвижки» за одну операцию. Проанализирован режущий инструмент, разработано комбинированное сверло. Для фрезерования бобышек было разработано приспособление. Произведены расчёты режимов резания и норм времени.

По результатам анализа и произведённых расчётов был спроектирован участок механической обработки детали «Крышка шиберной задвижки». Также разработаны меры по предупреждению и предотвращению возможных опасных факторов производства и меры по обеспечению безопасных условий труда.

					<i>15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Мамонтова И.А.</i>			<i>Проектирование участка механической обработки детали «Крышка шиберной задвижки» с разработкой конструкторско-технологического обеспечения</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>		<i>Выдойщик А.В.</i>					6	81
<i>Утв.</i>						<i>ЮУрГУ Кафедра ТАМ</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Болдырев И.С.</i>						
		<i>Гузев В.И.</i>						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
<b>1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ</b>	
1.1 Назначение и описание узла, работы детали в узле.....	11
1.2 Служебное назначение детали и технические требования предъявляемые к ней.....	13
<b>2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
2.1 Анализ технологичности детали.....	14
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	16
2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса.....	16
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	25
2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесса.....	34
2.2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного техпроцесса.....	36
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	36
2.3.1 Разработка маршрутного техпроцесса.....	36
2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса.....	37
2.3.3 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки..	39
2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса.....	40
2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса.....	45
2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени.....	48
2.3.7 Расчет потребного количества оборудования.....	52
<b>3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	56

3.2 Проектирование режущего инструмента.....	66
3.3 Описание работы контрольного приспособления.....	72
4. ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА	
4.1 Описание работы участка.....	76
4.2 Мероприятия по охране труда.....	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ А	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б СПЕЦИФИКАЦИИ	

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – одна из главных отраслей промышленного производства, влияющая на развитие разных сфер хозяйственной деятельности и отражающая уровень научно-технического состояния и обороноспособности страны. Машиностроение принято делить на следующие подразделения: общее машиностроение (производство средств производства и станкостроение), электротехника и электроника, транспортное и сельскохозяйственное машиностроение. Машиностроение является одной из ведущих отраслей промышленности России.

Среди всех отраслей промышленности машиностроение занимает первое место по доле в валовой продукции и промышленно-производственном персонале, второе место (после топливно-энергетического комплекса) по доле в промышленно-производственных фондах, а также в структуре экспорта.

Среди главных трудностей отечественного машиностроения: наличие избыточных производственных мощностей, как правило, устаревших, отсюда крайне высокие затраты на их содержание, морально устаревшая инфраструктура производственных мощностей; критический моральный и физический износ оборудования и технологий; дефицит денежных ресурсов для реализации программ стратегических преобразований; неэффективная производственная кооперация промышленных предприятий.

Особенностью машиностроения развитых стран является растущее многообразие продукции машиностроения, ее высокое качество и конкурентоспособность. Доля продукции машиностроения в экспорте Японии составляет 65%, США, Германии, Швеции – 45-48%. Оценивая вероятность достижения поставленных целей с учётом существующих начальных условий и тенденций представляется возможным сделать вывод, что при соответствующем финансировании научных разработок в области нового оборудования, перспективы развития сектора машиностроения России, направленные на удовлетворение растущего внутреннего спроса, довольно благоприятные. В частности, по традиционным и

						15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			9

новым продуктам тяжелого машиностроения возможно доминирование российских производителей, по ряду других отраслей машиностроения возможно если не импортозамещение, то существенное ослабление зависимости от импорта.

Выпускная квалификационная работа является самостоятельной, целью которой будет получение практических навыков проектирования технологических процессов механической обработки деталей, контроля размеров и технических требований, выбор оборудования проектирование и расчет приспособления и специального режущего инструмента.

Основной целью выпускной квалификационной работы является:

- закрепление, расширение и углубление теоретических знаний по технологии машиностроения;
- получение практических навыков проектирования технологического процесса;
- закрепление методики расчёта и метода получения заготовки;
- получить навыки правильного выбора и использования оборудования, расчёт целесообразных режимов резания и технологически обоснованных норм времени;
- научиться правильно составлять и заполнять маршрутные и операционные карты.

					<i>15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Назначение и описание узла, работы детали в узле

Крышка шиберной задвижки(рисунок1) входит в состав узла стойка, крышка, корпус и относится к трубопроводной арматуре. Трубопроводная арматура – это устройство, устанавливаемое на трубопроводах, агрегатах, сосудах и предназначенное для управления (отключения, распределения, регулирования, сброса, смешивания) потоками рабочих сред (жидкой, газообразной, газожидкостной суспензии и т. п.) путем изменения площади проходного сечения.

Задвижка литая шиберная с выдвижным шпинделем DN1000 PN25. Применяется задвижка в нефтегазопроводах и нефтехимической промышленности. Устанавливается на трубопроводе вертикально, подземно.

Шибера стальная задвижка полнопроходная с вынесенными концами под приварку к трубопроводу, двунаправленного действия, с автоматическим сбросом избыточного давления из корпуса, выполненная в лито-сварном стальном корпусе, с цельнолитой крышкой. Крышка с корпусом соединяется шпильками. Затворный орган конструктивно представляет собой шибер с никелево-карбидокремниевым покрытием и плавающими подпружиненными седлами с вставками из Нейлона. Закрытие осуществляется поднятием шибера посредством шпинделя, выполненного из ковanej стали. Вентиляционный и дренажный трубопровод для защиты от повреждений размещен внутри корпуса.

Простота, полнопроходность, неразрывность потока рабочей среды, возможность получения различных рабочих характеристик уплотнений в седлах и запирающем элементе делает эти шиберные задвижки широко применяемыми.

Таблица 1—Технические характеристики шиберных задвижек

Технические характеристики	Значение
Проход условный	DN1000 мм
Тип управления	Электропривод
Номинальное давление	16-25МПа
Температура окружающей среды	+ 40°С ... - 60°С

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Окончание таблицы 1

Температура рабочей среды	+ 80°С ... - 15°С
Рабочая среда	Товарная нефть ГОСТ Р 51858
Исполнение по сейсмостойкости	ПС (свыше 9 баллов по MSK)

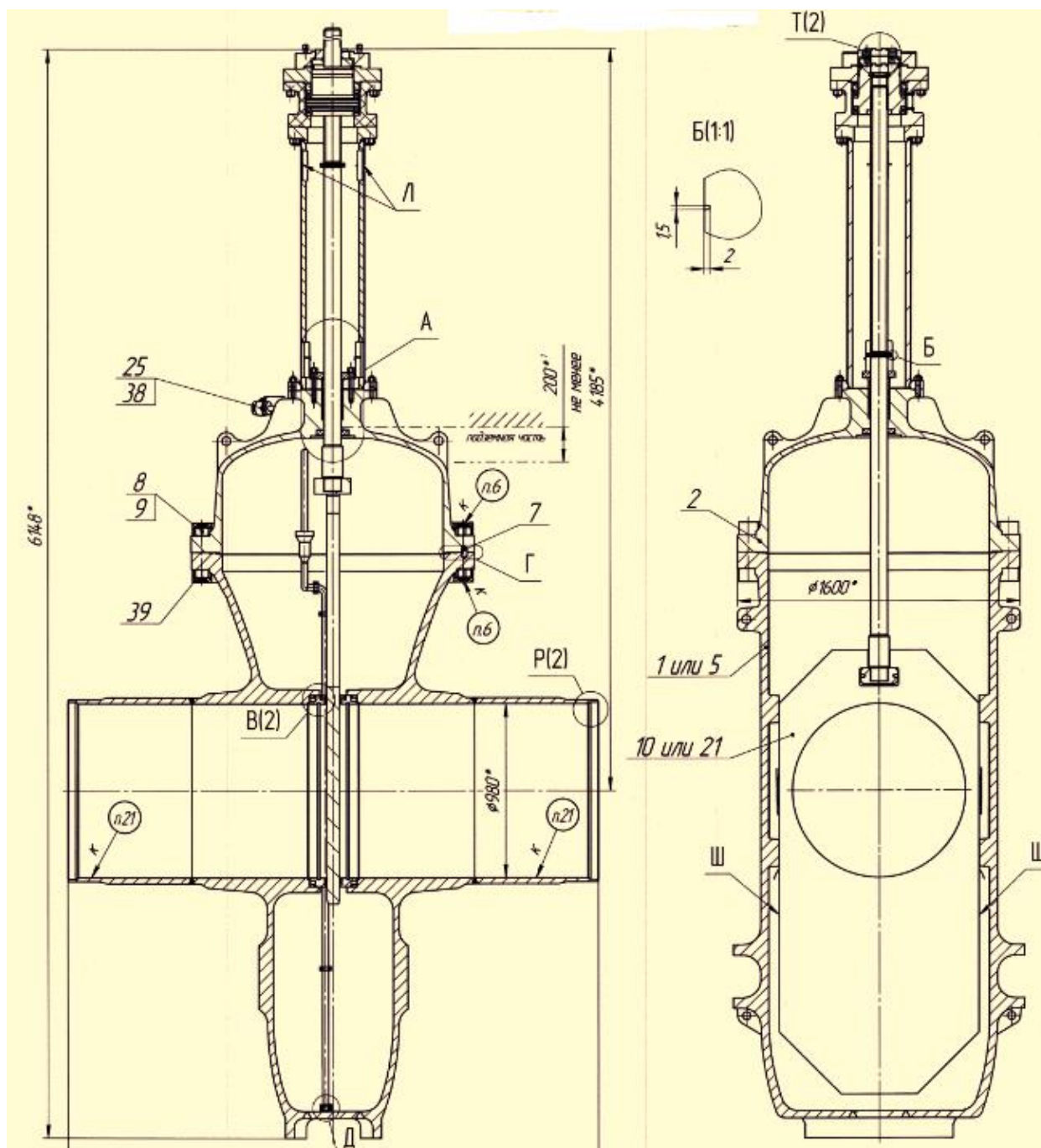


Рисунок 1 — Крышка шиберной задвижки в сборе

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

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

12



## 1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Крышка шиберной задвижки заводской номер. Корпус и крышка образуют полость, в которой находится рабочая среда под давлением, внутри которой помещен затвор(шибер). Крышка выполнена куполообразной формы, служит для увеличения внутренней полости корпуса. Это нужно для движения шибера и пропуска или наоборот прекращения движения рабочей среды. Крышка изготавливается из конструкционной легированной стали 20ГЛ. Сталь хладостойкая, износостойкая. Эксплуатируется крышка в сборе с корпусом и стойкой в среде с низкими температурами.

Отливка 3-й группы по ГОСТ 977-88, точность отливки 8 класс. Отливка подвергается термообработке по технологии завода изготовителя (закалка, отпуск). Механические требования предъявляемые к стали 20ГЛ:  $\sigma_{0,2} \geq 300 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_B \geq 510 \text{ МПа}$ ,  $T_B \leq 240 \text{ НН}_{10}$ ,  $KVC-60 \geq 24,5 \text{ Дж/см}^2$ . Массовая доля элементов в химическом составе стали 20ГЛ должна обеспечиваться с соблюдением следующих ограничений:

$C=0,13 \dots 0,25\%$  (углерод);

$Mn=1 \dots 1,6\%$  (марганец);

$Si=0,15 \dots 0,70\%$  (Кремний);

$Ni \leq 1,5\%$  (никель);

$Cr \leq 0,4\%$  (хром);

$Cu \leq 0,4\%$  (медь);

$P \leq 0,02\%$  (фосфор);

$S \leq 0,02\%$  (сера).

Неуказанные линейные радиусы скругления 5мм, уклоны 2°. Закругления острых кромок или углов должно быть выполнено радиусом или фаской от 0,2 до 0,5мм.

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ				

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ технологичности детали

Для разработки технологического процесса требуются чертежи признанные технологичными. Конструкция детали непосредственно влияет на разработку технологического процесса, выбор инструмента, выбор станков, выбор приспособлений и будет признана технологичной, если обеспечивается простое и экономически выгодное изготовление детали. В зависимости от материала детали выбирается способ получения заготовки, режимы резания, режущий инструмент.

Проанализируем чертёж детали «крышка шиберной задвижки» и дадим оценку её технологичности.

Тип детали – крышка, габаритные размеры большие.

Материал детали сталь 20ГЛ. применяется при изготовлении дисков, звёздочек, зубчатых венцов и другим деталям к которым предъявляются требования по прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузках. Сталь износостойкая и хладостойкая.

В качестве технологических баз используют как внутреннюю, так и наружную поверхности. Они совпадают с конструкторским, что не даёт погрешностей при базировании. Конструкторские размеры могут не совпадать с технологическими. Вывод: будут ужесточены допуски на размеры.

К детали «Крышка шиберной задвижки» предъявляются следующие требования по точности изготовления, шероховатости и расположения различных поверхностей:

1) Ra 6,3мкм получистовая обработка;

Ra 3,2 мкм подразумевает чистовую обработку;

Ra 1,6 мкм подразумевает чистовую обработку.

					15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Большая часть поверхности остаётся без механической обработки, это очень выгодно с точки зрения технологичности.

К базовой поверхности Е предъявляются следующие требования:

- 1) допускается плоскостность 0,1мм;
- 2) перпендикулярность 0,2мм  $\varnothing 96,7^{+0,2}$ ;
- 3) параллельность 0,4мм для размера  $825^{+1,3}_{-0,3}$ ;
- 4) параллельность и плоскостность 0,5мм размер  $920^{+1}$

К базовой поверхности Ж предъявляются следующие требования:

- 1) допускается соосность  $\varnothing 0,1$ мм ( $\varnothing 345^{+0,6}_{-1,17}$ ,  $\varnothing 250$ ,  $\varnothing 210$ );
- 2) соосность 0,1мм  $\varnothing 181,5_{-0,05}$ ,  $\varnothing 96,7^{+0,2}$  ;
- 3) перпендикулярность 0,1мм ( $260^{+0,2}$ ,  $225,6_{-0,2}$ ,  $168 \pm 0,2$ );
- 4) цилиндричность 0,1мм  $\varnothing 181,5_{-0,05}$ ;
- 5) позиционный допуск 0,1мм 2отв. М24-7Н;
- 6) позиционный допуск  $\varnothing 0,05$ мм максимум материала  $\varnothing 30^{0,13}$  (2отв.);
- 7) позиционный допуск  $\varnothing 1,0$ мм максимум материала  $\varnothing 52$ (24отв.);
- 8) позиционный допуск 0,2(16 отв. М30×3-6Н).

Максимум материала. Это лучшее условие для сборки.

Обрабатываются два отверстия с конической дюймовой резьбой K1/4" с углом профиля 60° ГОСТ 6111-52. Два отверстия М24-7Н, шестнадцать отверстий М30-6Н.

Многие поверхности имеют большой допуск на размер, что достаточно выгодно с точки зрения технологичности детали.

Деталь не имеет труднодоступных поверхностей для обработки.

Для обработки используется современный режущий инструмент со сменными пластинами, что повышает производительность, а также стандартный мерительный инструмент и КИМ для контроля технических требований.

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

Деталь имеет хорошие базовые поверхности.

Конструкторская и технологическая базы совпадают.

Обеспечивается свободный подвод и отвод режущего инструмента.

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{G_0}{G_3},$$

где  $K_{им}$  - коэффициент использования материала;

$G_0$  - масса детали, кг;

$G_3$  - масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{1640}{2181} = 0,75$$

Вывод – деталь «Крышка шиберной задвижки» технологична.

## 2.2 Анализ действующего технологического процесса

### 2.2.1 Анализ документации действующего техпроцесса

В действующем технологическом процессе в качестве документации будут проанализированы чертёж заготовки, чертёж детали, маршрутные карты, операционные карты, карты контроля, карты эскизов.

Чертежи заготовки и детали «Крышка шиберной задвижки» оформлены в соответствии с ГОСТ 2.109-73 «Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам». На чертеже заготовки (рисунок 2) есть вся информация по заготовке, её размерам, метод получения заготовки, шероховатость поверхности, и техническим требованиям. В технических требованиях указано какой группы отливка, точность отливки, марка материала, её состав и возможные отклонения по составу материала, неуказанные линейные радиусы и уклоны, масса заготовки, а также предприятие изготовитель.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ				

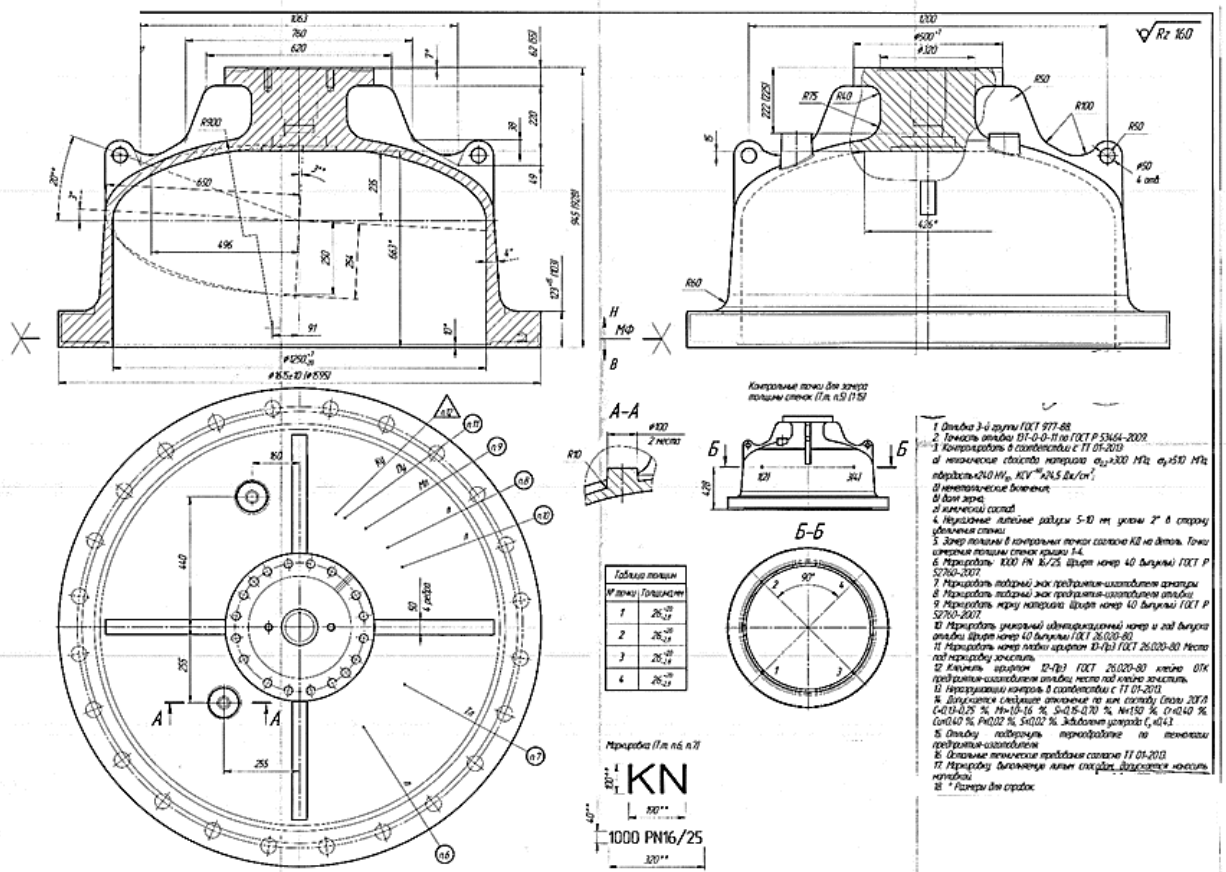


Рисунок 2— Чертеж заготовки

На чертеже детали (рисунок 3) есть вся информация по детали «Крышка шибровой задвижки», её размерам, шероховатости поверхности, и техническим требованиям. На всех разрезах и видах также указаны размеры, шероховатость и технические требования. Указана группа отливки, её ГОСТ, класс точности и термообработка на заводе изготовителе, механические свойства стали и её состав. Неуказанные отклонения размеров и неуказанные линейные радиусы скругления. Указана масса детали. Указан масштаб чертежа и предприятие изготовитель. Чертеж расположен на двух листах формат А1 и А2. На формате А2 вынесен узел А и показаны замеры толщины стенок для входного контроля отливки.



В действующем технологическом процессе детали «Крышка шиберной за-  
движки»» представлены маршрутные карты(рисунок 4). В них отражена после-  
довательность изготовления детали «крышка». В них указаны цеха, участки, но-  
мера операций, наименование операций. Указывается оборудование, меритель-  
ный инструмент. Проставляется штучное время и подготовительно-заклучи-  
тельное время, код профессии и разряд работы необходимый для выполнения  
операции. Оформление маршрутных карт.

Цех		Уч.		РМ		Опер.		Код, наименование организации		Обозначение документа										
А	Б	СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	Е-1	ОП	Клм	Тпа	Тум	Нпасх							
01	Контроль проводить после каждой операции рабочий 100%, ОК 100%, мастер 100%																			
02																				
03	МК	МО	010	Контрольная	13063	2							10	30						
04	Ручка Р. 10-5 м																			
05	Контролировать заключение ВК на отливку																			
06	Контролировать отсутствие дефектов типа трещина, раковина, пористость																			
07	Контролировать наличие номинального припуска на механическую обработку																			
08																				
09	МК	МО	015	Контрольная	13063	2							10	30						
10	Дефектоскоп/УДЗ-103 «Легеня»																			
11	Пробити 50К согласно СТ ЦКБА 010-2004. В объеме 100% от партии																			
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
МК	Маршрутная карта																			

Цех		Уч.		РМ		Опер.		Код, наименование организации		Обозначение документа										
А	Б	СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	Е-1	ОП	Клм	Тпа	Тум	Нпасх							
01	МК	МО	020	Контрольная	13063	2							10	30						
02	Контролировать мех. свойства согласно ТТ чертежа																			
03																				
04	МК	МО	025	Многооперационная с ЧПУ	16045	5							70	550						
05	Станок с ЧПУ Trevisan DS 1500/450 с																			
06																				
07	МК	МО	030	Многооперационная с ЧПУ	16045	5							70	800						
08	Станок с ЧПУ Trevisan DS 1500/450 с																			
09																				
10	МК	МО	035	Слесарная	11768	3							10	80						
11	Острые кромки притупить																			
12																				
13	ОТК	040	Контрольная	13063	2							10	100							
14	Станок с ЧПУ Trevisan DS 1500/450 с																			
15	Контролировать размеры и шероховатость, согласно карте технического контроля и ведомости операционного контроля																			
16																				
МК	Маршрутная карта																			

Рисунок 4 — Маршрутные карты действующего техпроцесса





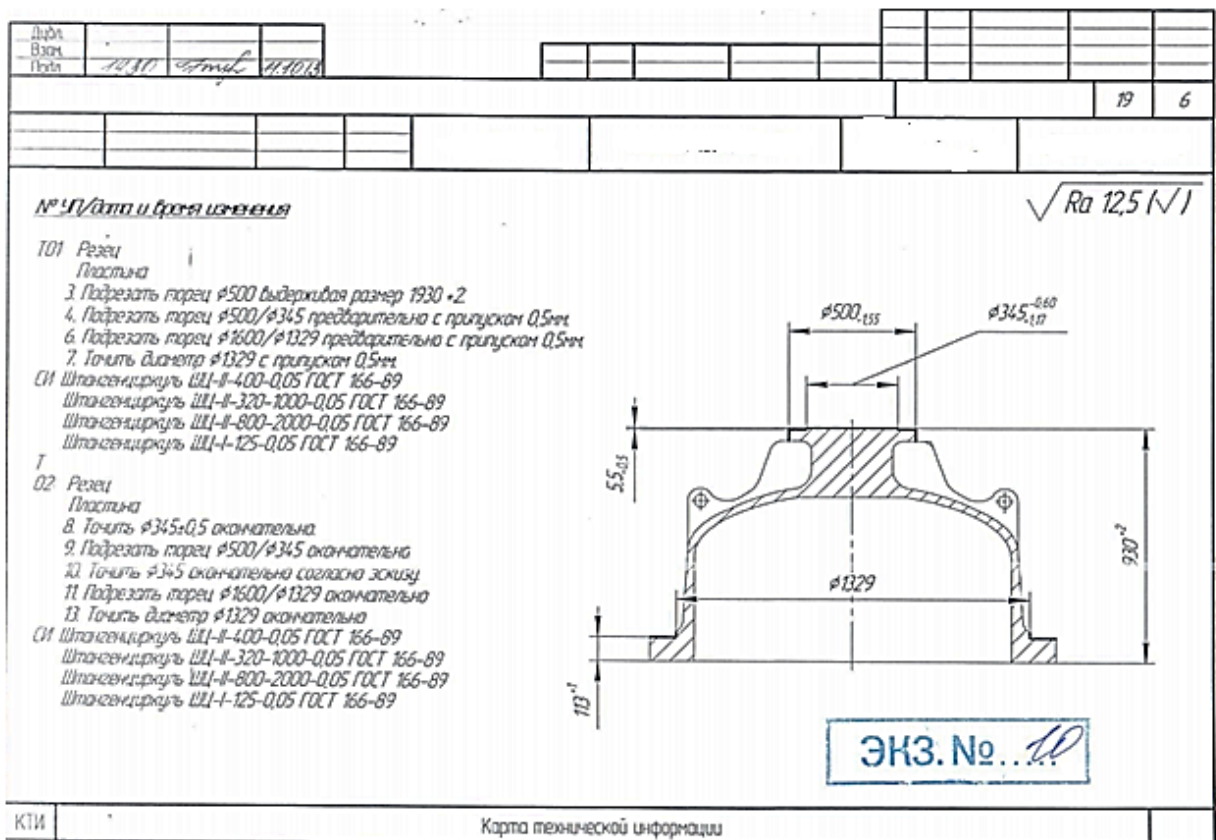
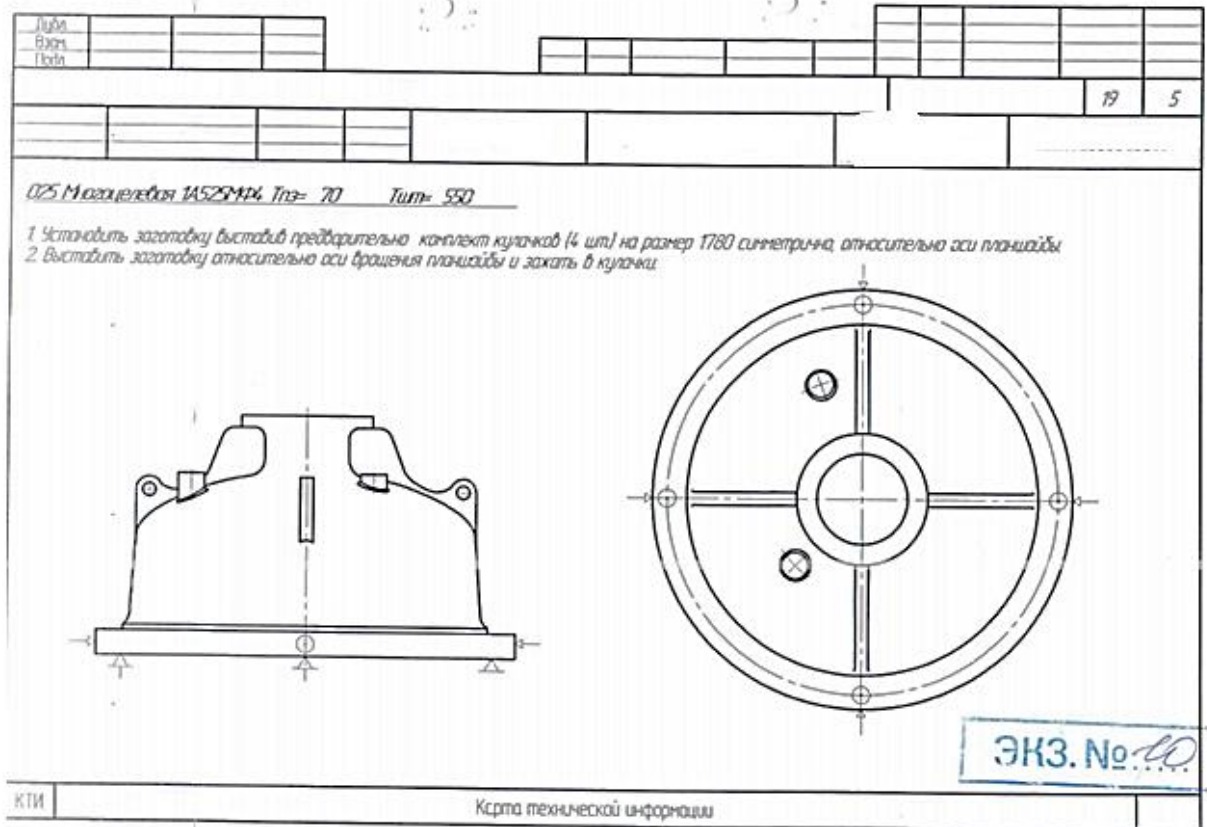


Рисунок 6 — Карта технической информации действующего техпроцесса страница 2,3

Лист	Взнос	Итого																19	7
<p><b>Т03 Фреза Пластина</b> 14. Фрезеровать торцы бабышки (сеч Б-Б) 15. Фрезеровать торцы бабышки (вид В - В)</p> <p><b>Т04 Сверло Пластина</b> 16. Сверлить отв. #25 (сеч Б-Б) направкой</p> <p><b>Т05 Сверло Пластина</b> 17. Сверлить отв. #34 (сеч Б-Б) на глубину 20 мм 18. Сверлить отв. #34 (вид К) направкой</p> <p><b>Т07 Сверло Пластина</b> 21. Сверлить 1/2 отв. #27 под резьбу М20х3</p> <p><b>Т08 Сверло Пластина</b> 22. Сверлить 16 отв. #10 направкой</p> <p><b>Т09 Сверло Пластина</b> 23. Сверлить 2 отв. #21 под резьбу М24-6Н</p> <p><b>Т10 Сверло Пластина</b> 24. Сверлить отв. 30Н7 предварительно в размер 29,7 (сеч Д-Д)</p> <p><b>Т11 Закабка Пластина</b> 25. Снять фаску 5x45 в отв. #25 (сеч К-К) 26. Снять фаску 5x45 в отв. #34 (вид В) 27. Снять фаску 5x45 в 16 отв. #27 под резьбу М20х3-6Н 28. Снять фаску 5x45 в 2 отв. #21 под резьбу М24-7Н 29. Снять фаску 5x45 в 2 отв. 29,7 под отв. 30Н7</p> <p><b>Т12 Фреза Пластина</b> 30. Фрезеровать резьбу 16 отв. М20х3-6Н 31. Фрезеровать резьбу 2 отв. М24х3-6Н (сеч Д-Д)</p> <p><b>Т13 Карус. разбертка Разбертка</b> 32. Разобрать 2 отв. М20Н7 (сеч В-В)</p> <p>О1 Штангенциркуль со стрелочным индикатором ШЦ-125-0,02 ГОСТ 166-89 Калибр-градка резьбовая М2х3,0 6Н ПР-НГ ГОСТ 17759-72 Калибр-градка резьбовая М3х3,0 6Н ПР-НГ ГОСТ 17759-72 Калибр-градка резьбовая М4х3,0 6Н ПР-НГ ГОСТ 17759-72 Штанген-глубиномер ШГ-1000-0,05 ГОСТ 162-90</p>																			
<b>ЭКЗ. №. 10</b>																			
КТИ			Карта технической информации																

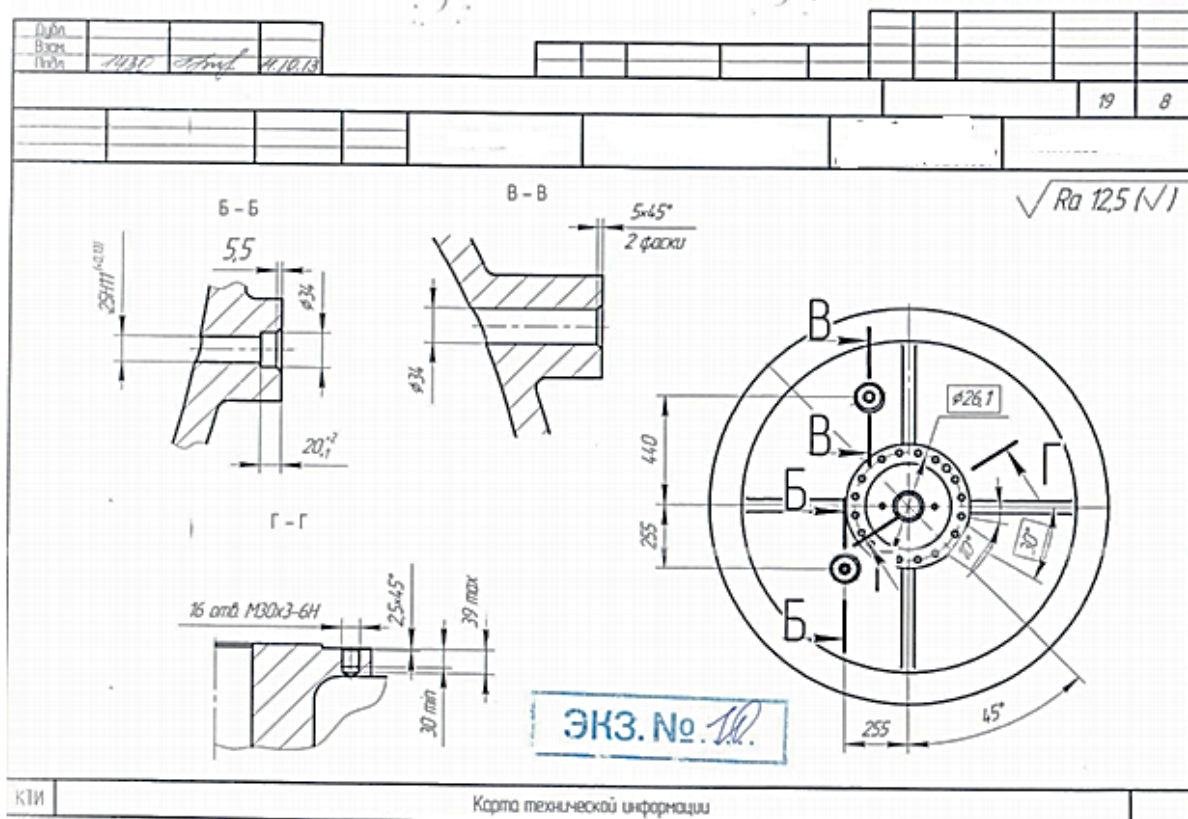


Рисунок 7 — Карты технической информации действующего техпроцесса страницы 4,5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист	22
------	------	----------	---------	------	----------------------------	------	----

## Анализ карт эскизов.

В действующем технологическом процессе нет карт эскизов. Эскизы представлены в картах технологических операций. В них содержатся эскизы на операцию, переходы. На эскизах жирной линией выделены обрабатываемые поверхности, указаны размеры и отклонения, проставлена шероховатость.

## Анализ карты технического контроля.

В картах технического контроля внесены номера переходов, контролируемые размеры с отклонениями, наименование средств контроля (ГОСТ), и объем контроля.

## Оформление карт технического контроля.

№ п/п	Вид	Подпись	Дата	№ докум.	Подпись	Дата	19	17	
Крипка				6.02.13					
Наименование операции		Наименование, марка материала			МД				
Наименование обработки				Т <sub>а</sub>	Т <sub>б</sub>	Обозначение ИКТ			
Р	Контролируемые параметры		Наименование средств ТО		Объем и ПК	Т <sub>а</sub> /Т <sub>б</sub>			
01	Проверить отсутствие дефектов поверхности		Визуально		100%				
02	неровности, впадины, выступы раковины								
03	механические повреждения								
04									
05	Проверить отсутствие заусенцев, острых краев		Визуально		100%				
06	наличие фасок								
07									
08	Шероховатость поверхностей		Образцы шероховатости выборочно		100%				
09			Профилометр						
10									
11	Измерения провести штангенциркулем (штангенмасом) в двух								
14	направлений: внутренерачи визуально перпендикулярных направлениях								
ОК	Технический контроль								

Рисунок 8 — Карта технического контроля действующего техпроцесса лист 1

Р	Контролируемые параметры	Наименование средств ТО	Объем и ПК	То/Тб
01				
02	№ 1280 (±0,39/-1,17)	Штангенциркуль ШЦ-2-800-2000,	100 %	
03	951 ± 0,1	Штангенциркуль ШЦ-И-500 -0,05 ГОСТ 166-89	100 %	
04	№ 345 (±0,6/-1,17)	Штангенциркуль ШЦ-И-500 -0,05 ГОСТ 166-89	100 %	
05	920 (±0,1)	Штангенциркуль ШЦ-2-800-2000,	100 %	
06	№ 250 (± 0,2)	Штангенциркуль ШЦ-И-500 -0,05 ГОСТ 166-89	100 %	
07	8 (±0,2)	Штангенциркуль ШЦ-И-150-0,05 ГОСТ 166-89	100 %	
08	Вид сверху			
09	28 отб. № 52 (±0,36)	Штангенциркуль ШЦ-И-150-0,05 ГОСТ 166-89	100 %	
10	16 отб. М30х3 - 6Н	Калибр - пробка М30х3 - 6Н	100 %	
11	2 отб. М27 - 7Н	Калибр - пробка М27 - 7Н	100 %	
12			100 %	
13	Вид А	ЭКЗ. № 10		
14	№ 250 (±0,2)	Нутромер микрометрический 150-1250 ГОСТ 17215-71	100 %	
15	№ 1815 (±0,05)	Нутромер микрометрический 150-1250 ГОСТ 17215-71	100 %	
16	260 (±0,2)	Глубиномер ГМ-1000 ГОСТ 74.70-92	100 %	
17	225,6 (±0,2)	Глубиномер ГМ-1000 ГОСТ 74.70-92	100 %	
OK	Технический контроль			

Р	Контролируемые параметры	Наименование средств ТО	Объем и ПК	То/Тб
01				
02	25 (±0,2)	Глубиномер ГМ-1000 ГОСТ 74.70-92	100 %	
03		Глубиномер ГМ-1000 ГОСТ 74.70-92	100 %	
04	Разрез Е-Е			
05	№34 (±0,5)	Штангенциркуль ШЦ-И-150-0,05 ГОСТ 166-89	100 %	
06				
07	Разрез Д - Д			
08	№34 (±0,5)	Штангенциркуль ШЦ-И-150-0,05 ГОСТ 166-89	100 %	
09	20 (± 0,25)	Штангенциркуль ШЦ-И-150-0,05 ГОСТ 166-89	100 %	
10	№25Н11 (±0,13)	Штангенциркуль ШЦ-И-150-0,05 ГОСТ 166-89	100 %	
11				
12				
13	Проверить резьбу 1/4"-18 NPT на скручиваемость с фитингом			
14				
15		ЭКЗ. № 10		
16				
17				
OK	Технический контроль			

Рисунок 9 —Карта технического контроля действующего техпроцесса лист 2,3

## 2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

В заводском технологическом процессе деталь «Крышка шиберной за-  
движки» обрабатывается на двух станках с ЧПУ Trevisan DS 1500/450С(рису-  
нок 9) и станок токарно-карусельный многоцелевой 1А525МФ4(рисунок 10).  
Контурная головка с U-образной осью 1500 мм с 3-мя отдельными позициями  
для инструмента на 450-миллиметровом скальном ходу делает эту машину иде-  
альной размерной машиной для покрытия самых больших размеров с диаметром  
вращения до 2500 мм (98-1 / 2 «). Контурная головка имеет все функции токар-  
ного станка с ЧПУ, включая постоянную скорость поверхности, одноточечную  
резьбу и полные возможности контура. Все инструменты заменяются из мага-  
зина инструментов непосредственно в шпиндель для перьев или в любом из трех  
позиций карманов инструмента на контурной головке. Раздельный фрезерный  
шпиндель диаметром 280 мм с 700 мм от оси оси W отлично подходит для всех  
ваших тяжелых требований к фрезерованию. Этот шпиндель также имеет встро-  
енный в осевом приводе для управления сменными инструментами, контуры 250  
мм для меньших диаметров, которые часто встречаются на больших деталях. Эта  
функция дает множество возможностей для более мелкой обработки на станке  
большой емкости.

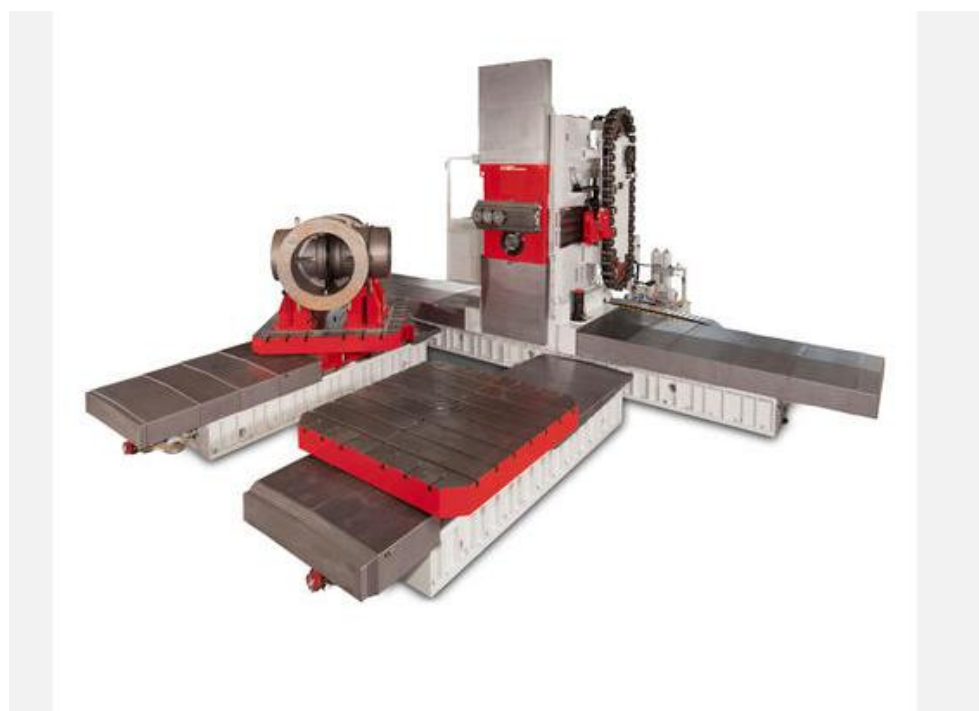


Рисунок 10 Станок с ЧПУ Trevisan DS 1500/450C

										Лист
										25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

Станок токарно-карусельный многоцелевой 1А525МФ4.

Токарно-карусельный станок УЧПУ для токарной обработки деталей большого диаметра с тремя управляемыми координатными осями, автоматической сменой инструмента из магазина и приводом сверлильно-фрезерного вращающегося инструмента

Станок предназначен для эффективной технологии токарно-карусельной и сверлильно-фрезерной обработки в современном индустриальном производстве. Высокая точность и стабильность обработки в сочетании с широким диапазоном технологических режимов и возможностей обеспечивают обработку на станке простых и сложных деталей из различных материалов.

Технологические возможности станка:

- обтачивание и растачивание поверхностей изделий как с прямолинейными, так и с криволинейными образующими;
- протачивание торцовых поверхностей;
- прорезание канавок;
- фрезерование различных поверхностей;
- сверление, зенкерование и развертывание отверстий;
- получистовое и чистовое протачивание торцовых поверхностей с сохранением постоянной скорости резания;
- нарезание резьбы на цилиндрических, конических и торцовых поверхностях.

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

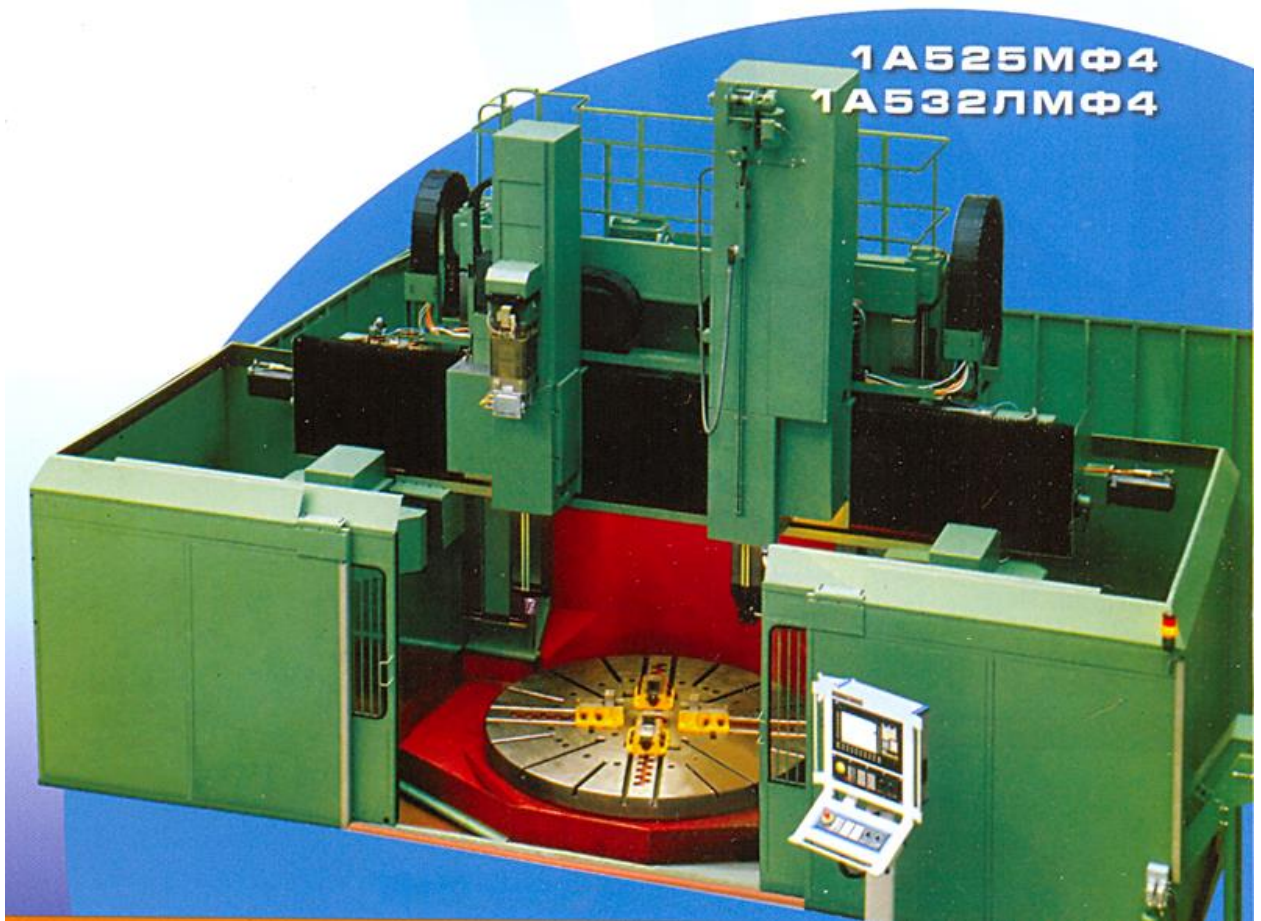


Рисунок 11— Станок токарно-карусельный многоцелевой 1A525MФ4

Анализ режущего инструмента действующего техпроцесса.

ТАЕGУТЕC пластина ССМТ 120412МТ; державка SCLCR/L 2525 М1.

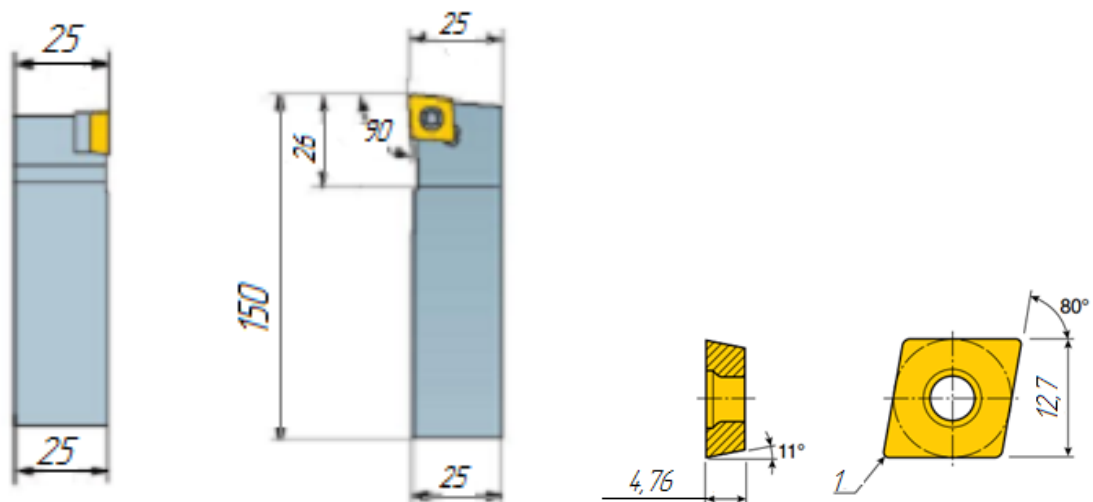


Рисунок 12 — Державка и пластина сменная

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

27

Фреза LM75SP 10160-40R-15, пластина SPKN 1504 EDTR-HPN TT7080.

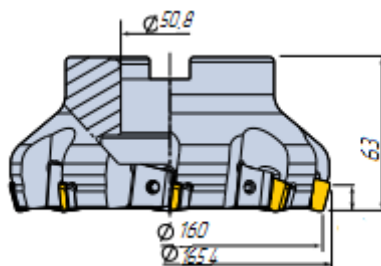
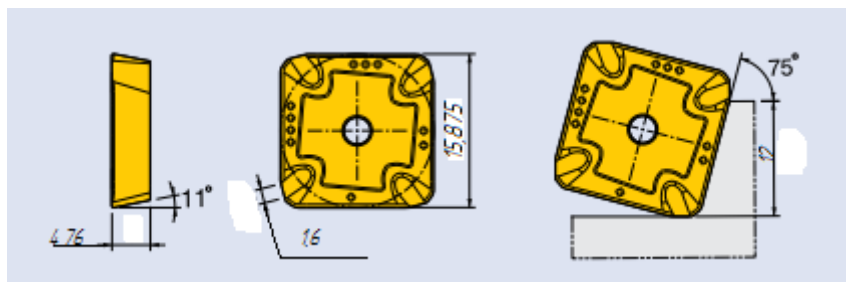


Рисунок 13 — Торцовая фреза и сменные пластины

Сверло U44 63450, пластина W80 28010.088425.

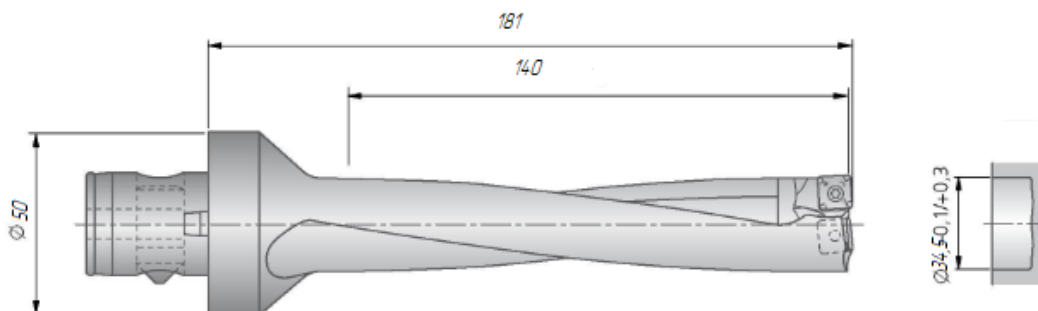


Рисунок 14 — Сверло со сменными пластинами

Сверло U1072700(Комет), пластина W8323010.088425(Комет).

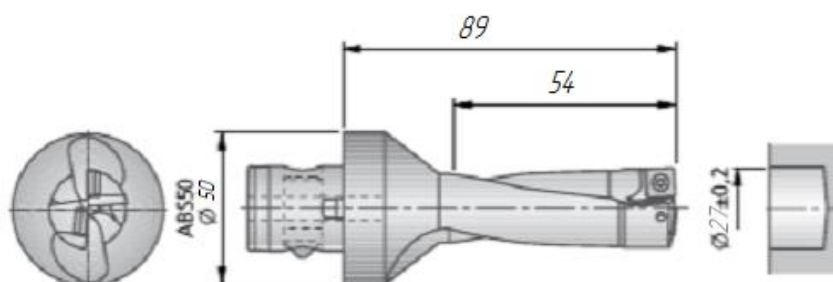


Рисунок 15 — Сверло со сменной пластиной.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

28



Сверло корпус U55 2100, сменная головка Н70 1000.018425.

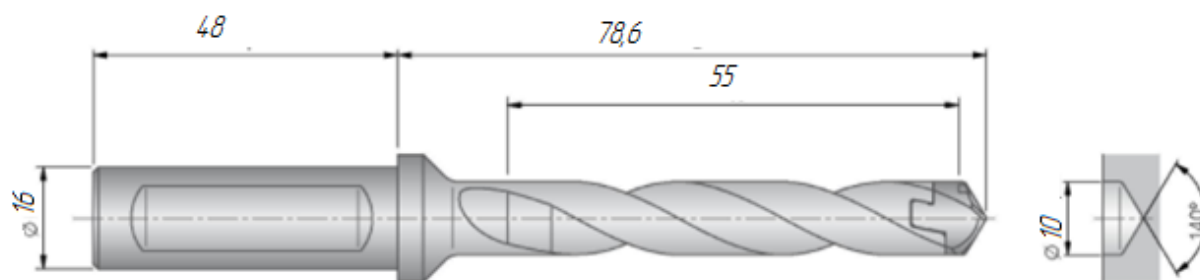


Рисунок 16— Сверло  $\varnothing 10$ , сменная головка

Сверло U1072100, пластина W8332010.088425.

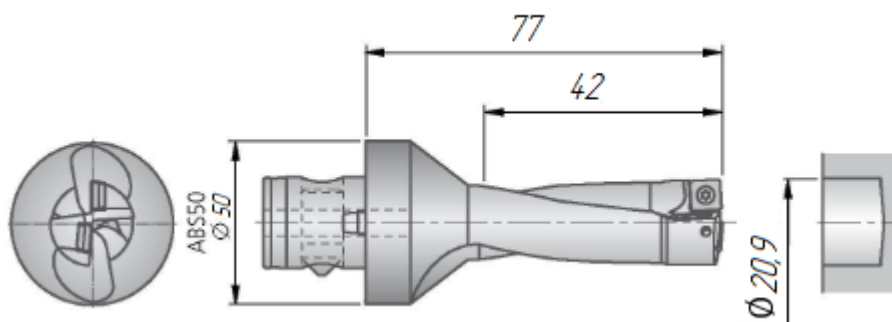


Рисунок 17— Сверло со сменной пластиной

Зенковка F10 00101d37, пластина W3026720.0564, количество зубьев  $z=2$  .

Зенковка F10 00081d34, пластина W3026720.056425, количество зубьев  $z=2$  .

Зенковка F10 00101d37, пластина W3026720.056425, количество зубьев  $z=2$ .

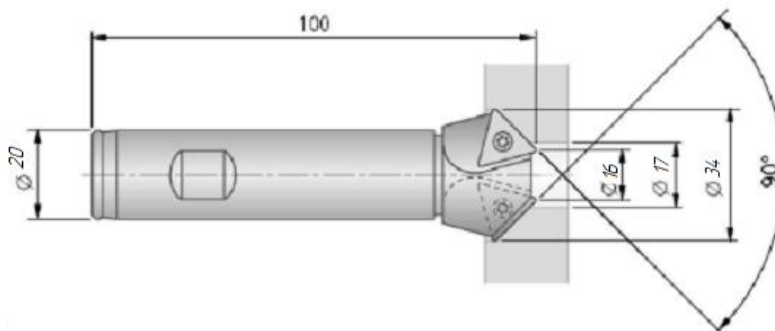


Рисунок 18— Зенковка со сменной пластиной

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

29

Фреза TM3SC 25W26-80-2U(Vardeх), пластина 2UIDC60 TM VTX(Vardeх)число режущих пластин 3.

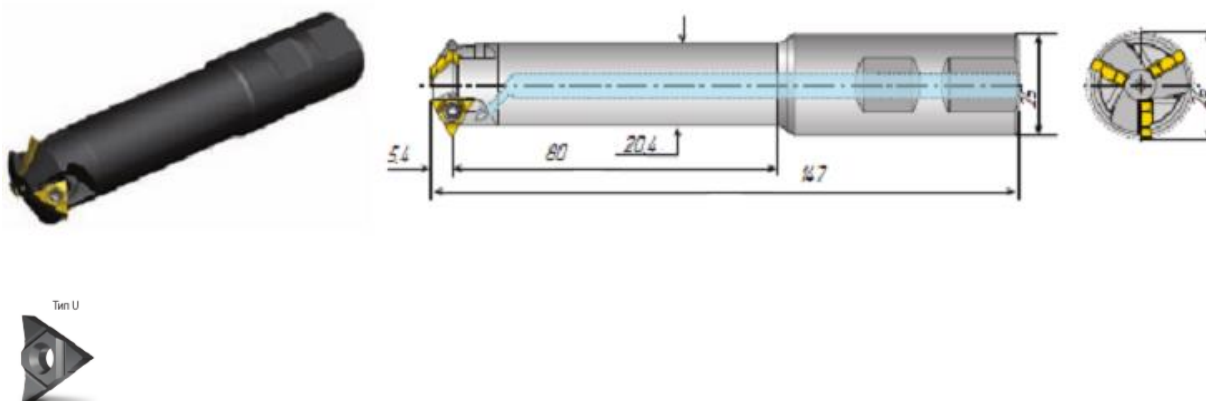


Рисунок 19—Фреза со сменными пластинами, с каналом для подачи СОЖ и сменная пластина

Фреза TM2SC 25W23-70-2U, пластина 2UIDC60 TM VTX(Vardeх), число пластин 3.

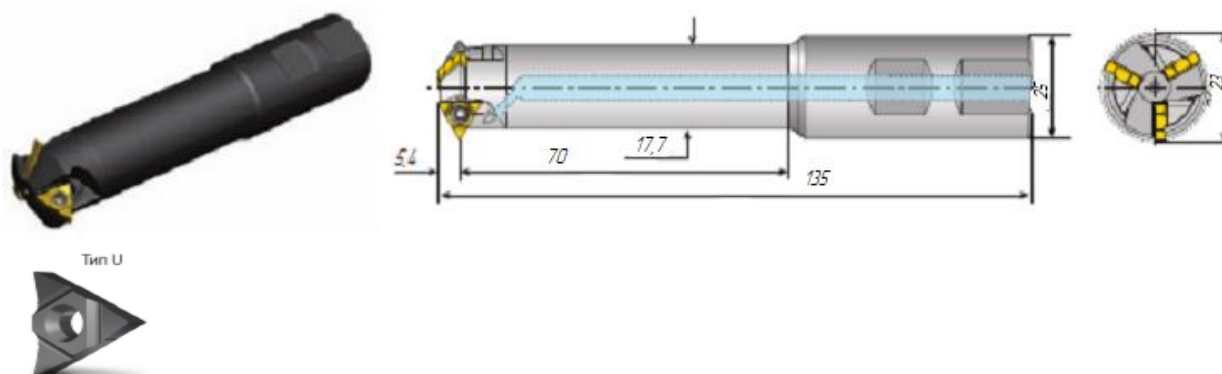


Рисунок 20 — Фреза со сменными пластинами, с каналом для подачи СОЖ и сменная пластина.

Фреза TE90AX 145-12-06 пластина AXMT 0602R-HF B=15мм Z=4.

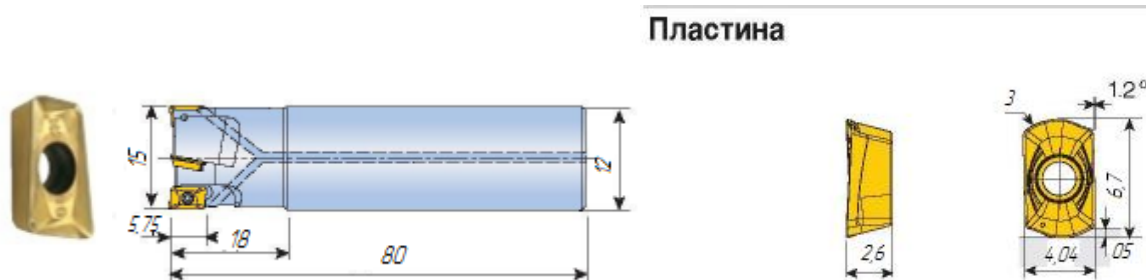


Рисунок 21—Фреза концевая со сменными пластинами

Под коническую резьбу K1/4' ГОСТ 6111-52 корпус сверла U57 315000, H7010000.018425(Комет).

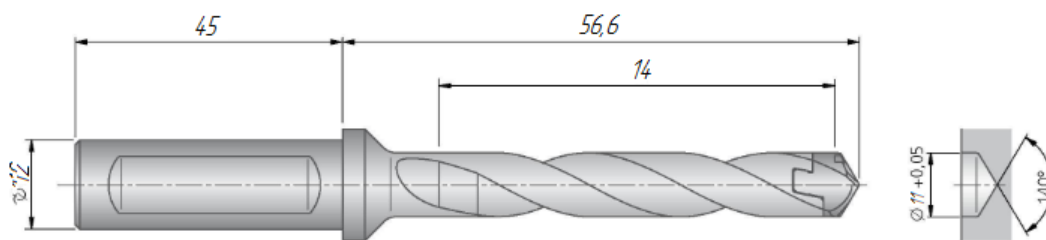


Рисунок 22— Сверло и сменная головка

Резьбофреза NPT 80973016000003(Комет) .

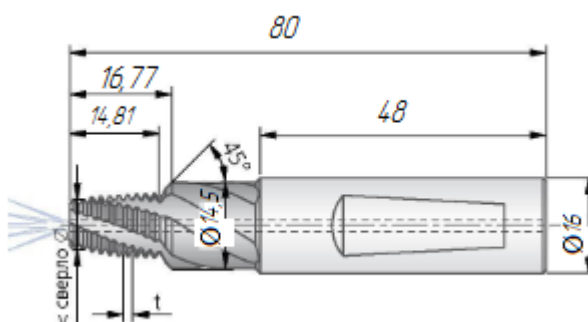


Рисунок 23—Резьбофреза

Сверло U1085200, пластина W8332010.088425(Комет).

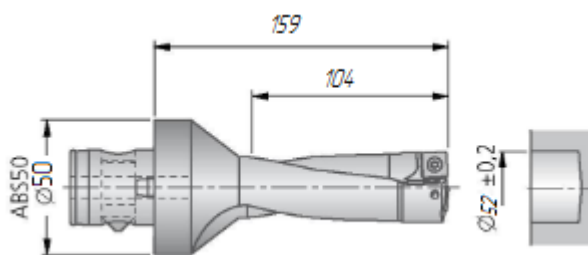


Рисунок 24— Сверло со сменными пластинами

Оправка prime A50U PCLNL16, пластина CNMG 160608 PC.

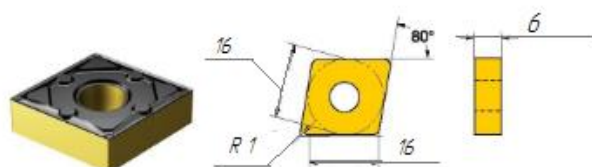


Рисунок 25—Режущая пластина

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

31

Прижим рычагом за отверстие  
 Цилиндрический хвостовик с лысками – Внутренний подвод СОЖ

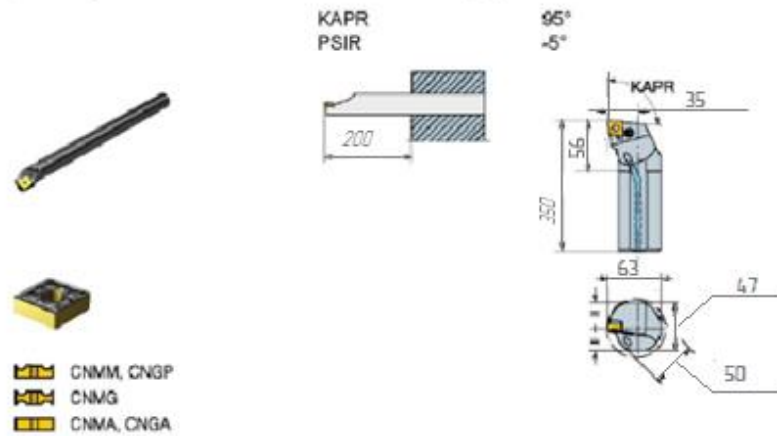


Рисунок 26— Оправка со сменными пластинами

Анализ оснастки в действующем техпроцессе

Для крепления торцевой фрезы применяется патрон DIN69871

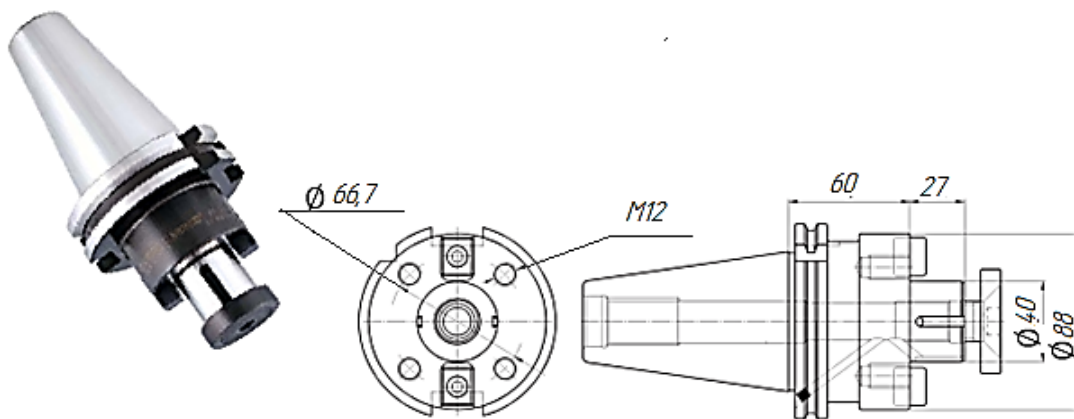


Рисунок 27 —Патрон DIN69871

Для сверления отверстий, зенковки, фрезеровки паза используется оправка A5000350, переходник Weldon A32 40070 ABS50/Ш25 (Komet)



Рисунок 28— Оправка A5000350

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

32

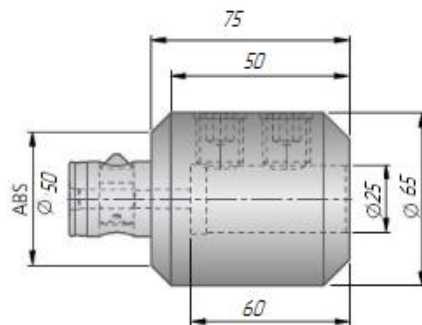


Рисунок 29 — Переходник Weldon A32 40070 ABS50/Ш25

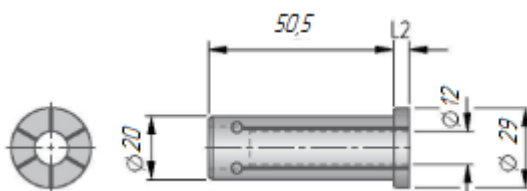


Рисунок 30 — Переходная цанга

Для нарезания резьбы применяется гидропатрон А32 46091

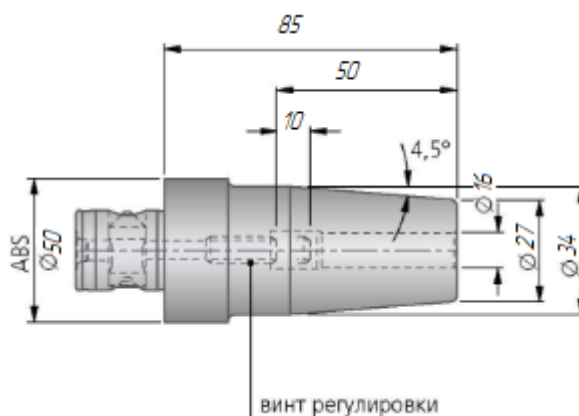


Рисунок 31— Гидропатрон

Для резца с призматической державкой применяется резцедержатель 291.341.151

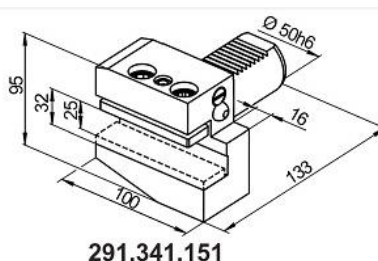


Рисунок 32 — Резцедержатель

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

33

Для расточной оправки применяется инструментальный блок

### Инструментальные блоки для revolverной головки ВМТ для расточных оправок

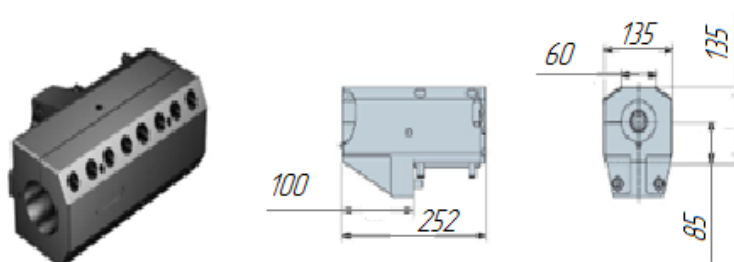


Рисунок 33— Инструментальный блок для расточной оправки

#### 2.2.3 Размерный анализ действующего техпроцесс

Проведем размерный анализ действующего технологического процесса. При разработке технологического процесса решается не одна задача. Расчет размерной цепи (рисунок 31) позволяет оптимизировать требования к точности геометрических размеров с целью обеспечения показателей качества в заданных пределах при установленных затратах на производство детали.

Построим размерную цепь.

В данной размерной цепи нет замыкающих звеньев.

Рассчитаем припуски  $z_1$  и  $z_2$ .

$$z_1 = 930^{+2} - 928_{-1} = 2^{+3} \text{ мм};$$

$$z_1^\phi = 2 \text{ мм};$$

$$z_1^T = R_{z_{i-1}} + D_{f_{i-1}} = 300 + 400 = 0,7 \text{ мм};$$

$$z_1^\phi = 2 > z_1^T = 0,7 \text{ мм};$$

Брака нет, но есть незначительный перерасход материала.

$$z_2 = 945 - 930^{+2} = 15_{-2} \text{ мм};$$

$$z_2^\phi = 15_{-2} \text{ мм};$$

$$z_2^T = R_{z_{i-1}} + D_{f_{i-1}} = 300 + 400 = 0,7 \text{ мм};$$

$$z_2^\phi = 13 > z_2^T = 0,7 \text{ мм};$$

Брака нет, припуск достаточен, но большой перерасход материала.

Выполнение технологического процесса не приведёт к браку, ни по одному из размеров

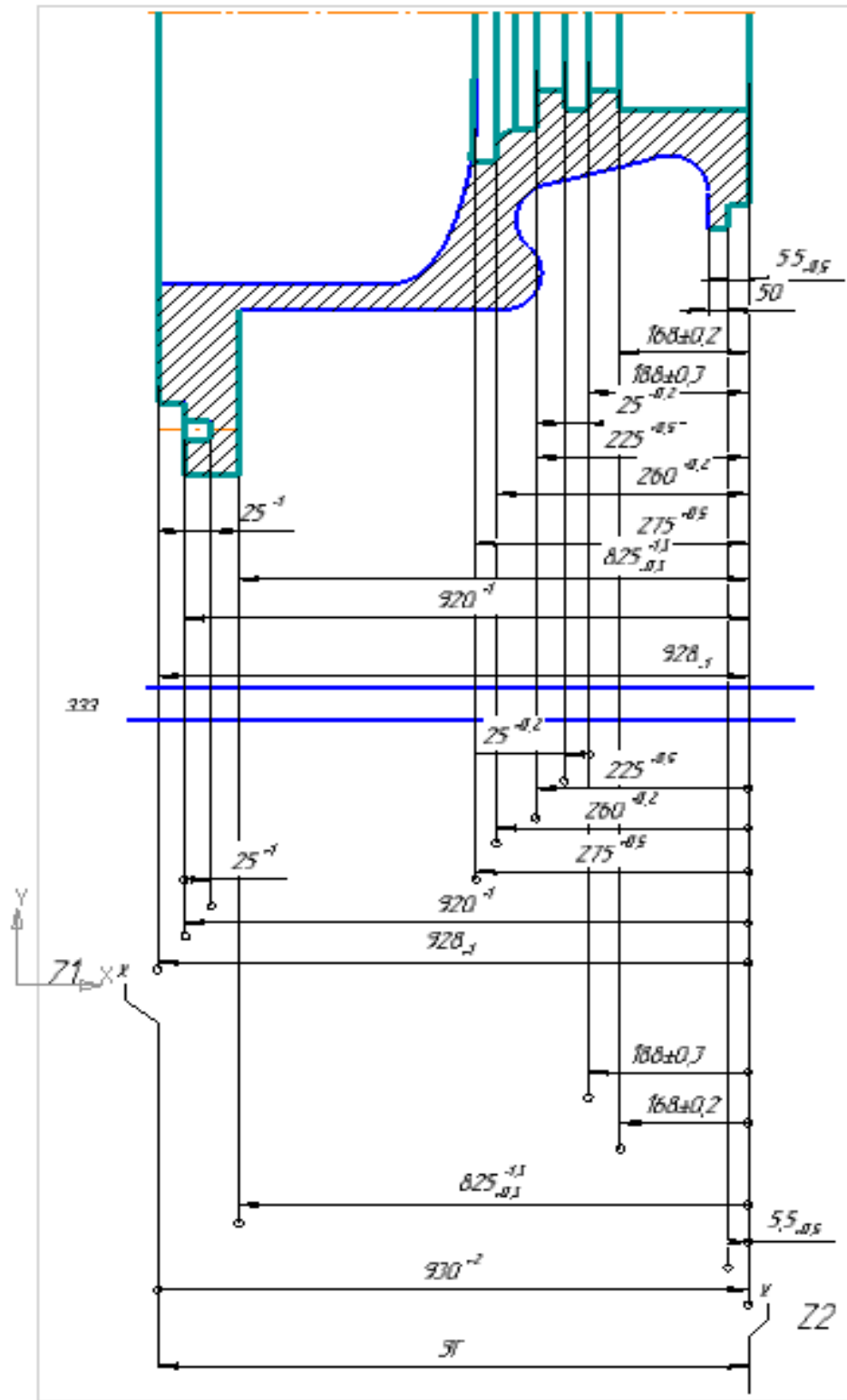


Рисунок 34— Проверочный расчет размерной цепи

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

35

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

Проанализировав действующий технологический процесс и посчитав размерную цепь, делаю вывод, что брака нет. Для разработки более рационального и экономически более выгодного технологического процесса, предлагаю:

- 1) оставить метод получения заготовки тот же, в песчаные формы изготовленные по технологии ХТС с применением Альфа-сет-процесса, но конструкцию заготовки изменить. Для снижения расхода металла и объема механической обработки, в отливке получить сквозное отверстие Ø80мм. Найти и применить улучшенную смесь для получения отливки более точного класса;
- 2) обработать деталь «Крышка шиберной задвижки» на одном станке с двух установов. Предлагаю станок многоцелевой СединШисс 1А525МФ4;
- 3) применить комбинированный инструмент сверло, который обработает за один проход ступенчатое отверстие и фаску;
- 4) разработать и применить приспособление для закрепления детали «Крышка» с применением пневмопривода для сокращения вспомогательного времени и автоматизации технологического процесса.

## 2.3 Разработка проектного технологического процесса

### 2.3.1 Разработка маршрутного техпроцесса

В разработанном технологическом процессе выполнены все технические требования, размеры и шероховатость. В нём применяется современное оборудование – обрабатывающий центр, что позволило обработать деталь с двух установов. Новый технологический процесс позволяет выпускать детали в количестве серийного производства. Оборудование позволяет обрабатывать детали типа «крышка» других типоразмеров. Разработанный технологический процесс обеспечивает минимальные затраты.

Технологический процесс состоит из шести операций, указанных в таблице 1. Заготовка отливка.

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ				



Таблица 1 - Маршрутный техпроцесс детали «Крышка шиберной задвижки»

№ операции	Название операции	Применяемое оборудование
005	Входной контроль заготовки	
010	Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ	СединШисс 1А525МФ4
015	Слесарная	Паллеты
020	Промывка	Моечная машина Karcher
025	Контрольная	Контрольно-измерительная машина FARO EDGE Arm 12

### 2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

В разработанном технологическом процессе применяется обрабатывающий центр СединШисс 1А525МФ4, который позволил обработать деталь с двух установов.

Станок предназначен для токарной обработки деталей больших габаритов. На этом станке можно выполнять точение и растачивание цилиндрических и конических поверхностей, подрезать торцы, прорезать канавки. При оснащении станка дополнительными устройствами на нём можно точить фасонные поверхности по копиру. Можно производить фрезерование, шлифование, и нарезание резьбы резцом.

Основным узлом является стол. На нём находится планшайба, на которой крепится заготовка. Две стойки. Стойки соединяются порталом. По двум стойкам перемещается траверса. На траверсе находится два суппорта. Правый суппорт — револьверный суппорт. Он состоит из продольной каретки и ползуна (перемещающегося вертикально). На ползуне расположена револьверная головка. В отверстия револьверной головки устанавливается державки с инструментом. Револьверный суппорт используется при подрезании торцов при сверлении отверстий, иногда для обработки наружных поверхностей. Второй суппорт называется

расточным суппортом. Он состоит из продольной каретки, на которой устанавливается поворотная часть, на которой есть ползун, на который устанавливается резцедержатель. Расточной суппорт используется при растачивании отверстий, прорезания внутренних канавок и при обработке конических поверхностей. На правой стойке расположен боковой суппорт. Он состоит из продольной каретки, ползуна и резцедержателя и предназначен для обработки наружных поверхностей.

Токарно-карусельный станок УЧПУ для токарной обработки деталей большого диаметра с тремя управляемыми координатными осями, автоматической сменой инструмента из магазина и приводом сверлильно-фрезерного вращающегося инструмента.

Характерным размером токарно-карусельного станка является диаметр планшайбы. Многоцелевой станок СединШисс 1А525МФ4 двухстоечный (с диаметром планшайбы свыше 2000 мм).

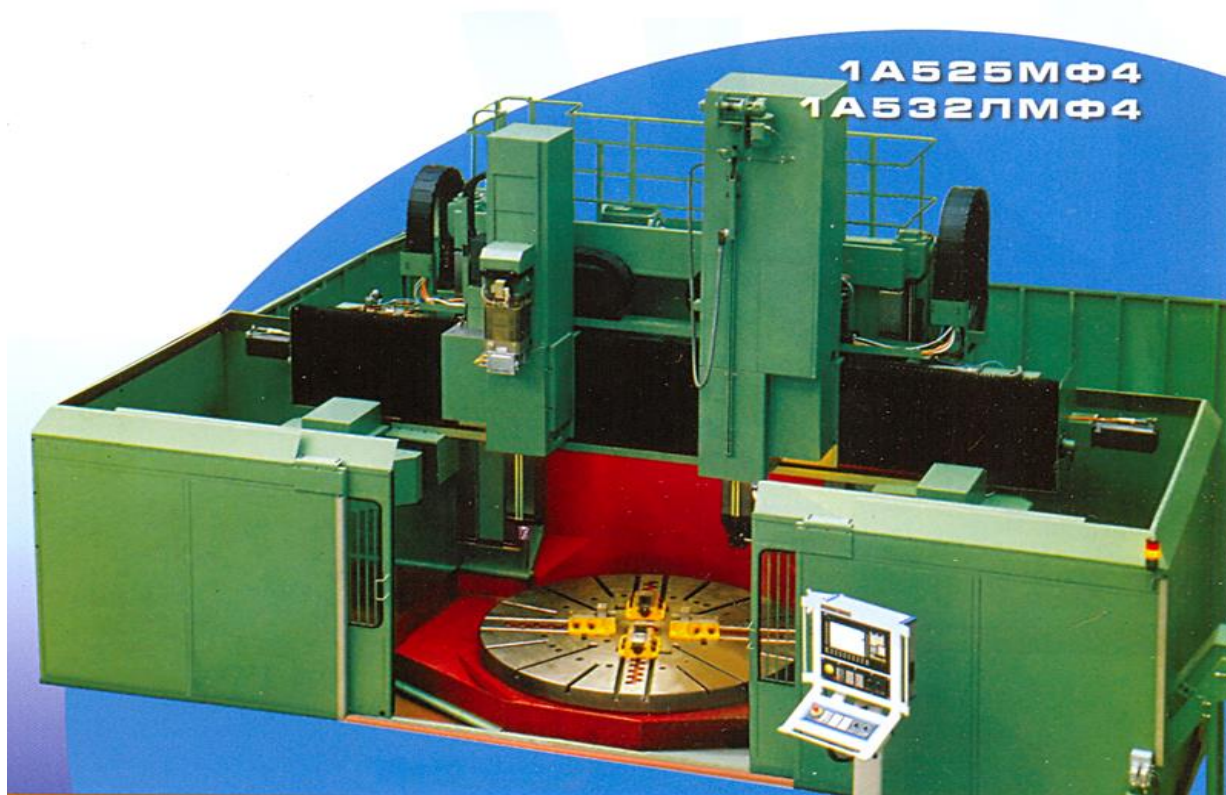


Рисунок 35 — Станок токарно-карусельный многоцелевой 1А525МФ4

### 2.3.3 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки Метод литья в холодно-твердеющие смеси.

Для изготовления крышки, применяется литье в песчаные формы изготовленные по технологии ХТС с применением Альфа-сет-процесса. Альфа-сет-процесс получил известность благодаря хорошему качеству поверхности отливок. Легкое извлечение из оснастки и великолепная пригодность Альфа-сет – смеси для нанесения противопригарных покрытий позволяет достигать поверхностей отливок сопоставимых с литьем в кокиль. Литье металлов в холодно-твердеющие смеси (ХТС) — это способ литья на основе изготовления смесей с применением искусственных термоактивных смол, ускоряющих процесс затвердевания форм (не требуется дополнительная сушка).

Это технологичный метод изготовления отливки с повышенным качеством поверхности и точностью размеров, что позволяет назначать минимальные припуски на механическую обработку. Особенно эффективно изготовление отливок для получения фасонных изделий сложной конфигурации, которые невозможно или экономически нецелесообразно изготавливать другими методами обработки металлов (давлением, сваркой, резанием). Возможность получать отливки 7 класса точности по ГОСТ26645-85. Технология в ХТС позволяет обеспечить высокое качество поверхности литья, отсутствие газовых дефектов и засоров в отливке.

В действующем техпроцессе отливка получалась 13Т класса. Для проектного техпроцесса был применено изобретение к патенту, которое позволило повысить точность отливки до 8 класса. Указанная задача решается таким образом, что в способе изготовления литейных стержней и форм на жидкостекольном связующем, включающем перемешивание ингредиентов смеси, ее уплотнение в оснастке и продувку углекислым газом, согласно изобретению перед перемешиванием осуществляют плакирование наполнителя раствором алюмоборфосфатного концентрата (АБФК), а жидкостекольное связующее обрабатывают наносекундными электромагнитными импульсами.

						15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			39

К тому же это позволяет улучшить выбиваемость и пригарообразование на отливке.

### 2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

В данном пункте представлен проектный технологический процесс. Технологический процесс гарантирует минимальные затраты на изготовление детали «Крышка шиберной задвижки». Технологический процесс выполняет все технические требования, шероховатость и размеры. В нём применяется современное оборудование с ЧПУ, которое позволяет выпускать партии деталей соответствующего серийному производству. Для обработки детали применяется один станок и детали обрабатываются с одного станка. Станок позволяет быстро произвести перналадку на детали другого типоразмера.

Технологический процесс состоит из 6 операций включающих в себя слесарную, две контрольных и транспортную.

Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ.

Операция 010. Установ А

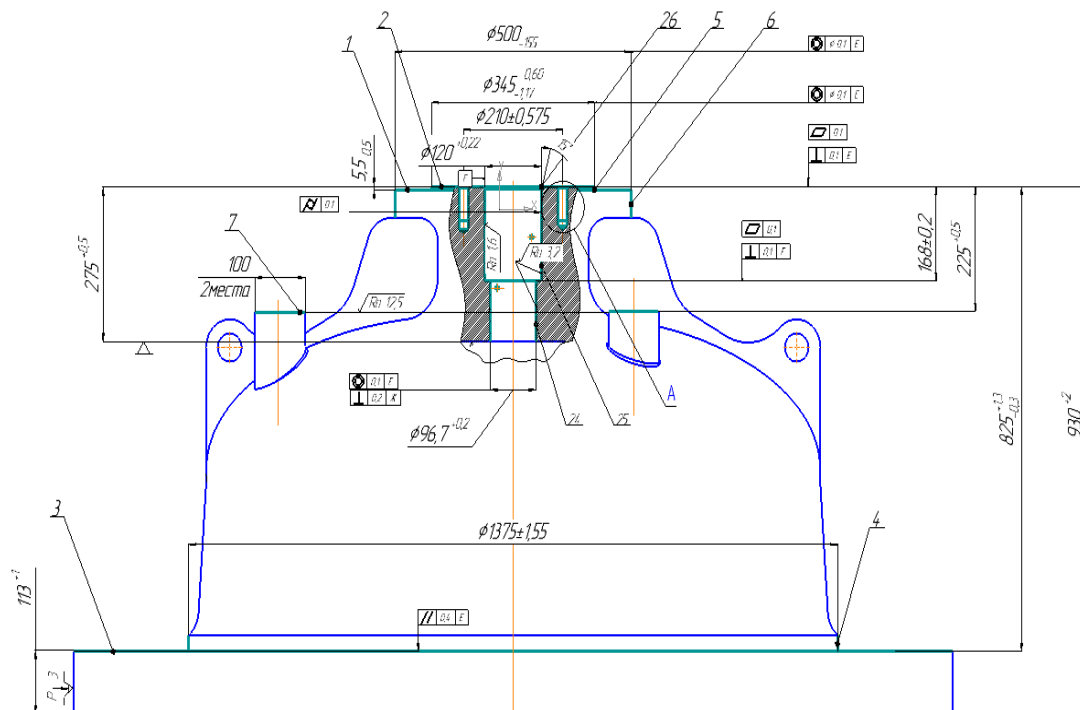
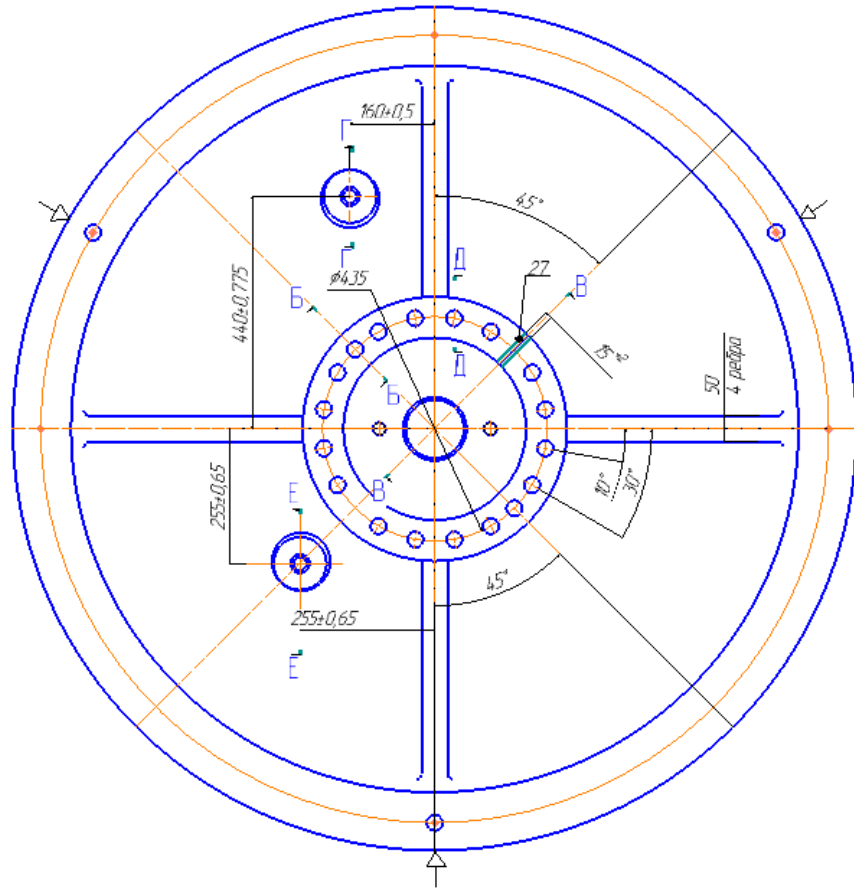
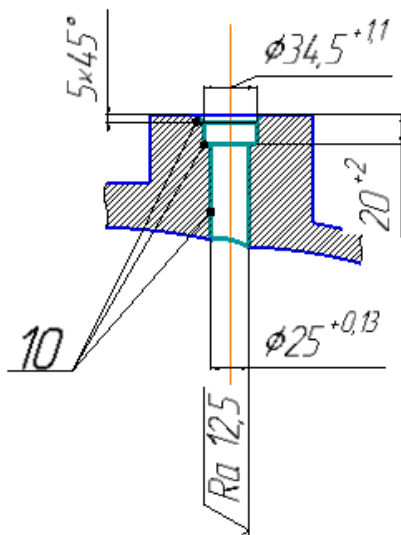


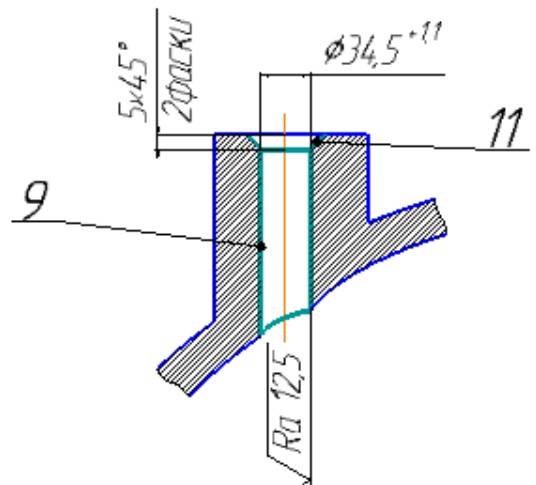
Рисунок 36— Эскизы установ А



E-E



Г-Г



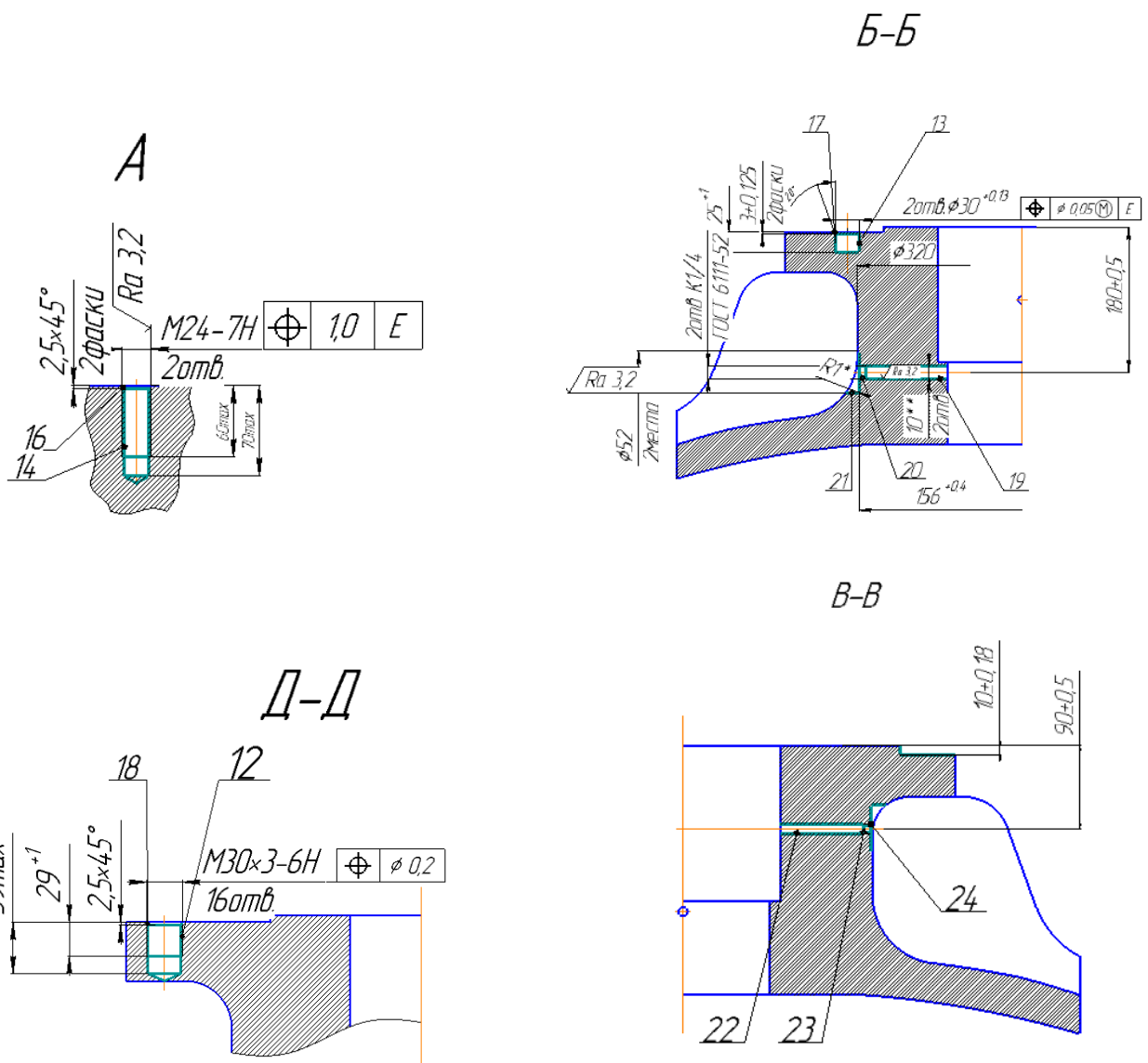
Продолжение рисунка 36

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

41



Окончание рисунка 36

План переходов.

Подрезать торец 1, 2 предварительно с припуском 0,5мм;

подрезать торец 3 предварительно с припуском 0,5мм выдерживая размер  $113^{+1}$ мм;

точить поверхность 4 с припуском 0,5мм;

точить поверхность 6,5

подрезать торец 1,2 выдерживая размер  $5,5_{-0,5}$ ,  $930^{+2}$ мм;

подрезать торец 3, окончательно выдерживая размер  $825^{+1,3}_{-0,3}$ мм,

точить 4 выдерживая  $\varnothing 1329 \pm 1,55$ мм;

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

фрезеровать бобышку 7,8 выдерживая размер  $225^{0,5}$  мм;  
 сверлить отверстие 9 напроход выдерживая размеры  $440\pm 0,775$ ,  $160\pm 0,5$ мм;  
 сверлить отверстие 10, комбинированным сверлом за один проход выдерживая размер  $20^{+2}$ , выдерживая размеры  $255 \pm 0,65$ мм и  $255 \pm 0,65$ мм фаска 11 ;  
 сверлить отверстия 12, 16 отверстий под резьбу М30-6Н;  
 сверлить отверстия 13, 2 отверстия выдерживая размер  $25^{+1}$ мм;  
 сверлить отверстия 14, 2 отверстия под резьбу М24-7Н выдерживая размер 60 тах;  
 фрезеровать фаску 16  $2,5\times 45^\circ$ мм ;  
 фаску 11  $5\times 45^\circ$ мм;  
 фаску 17  $3\times 20^\circ$ мм;  
 фаску 18  $2,5\times 45^\circ$ мм;  
 фрезеровать резьбу 12 16 отверстий М30 $\times$ 3-6Н;  
 фрезеровать резьбу 14 2 отверстия М24-7Н выдерживая размер 70 тах мм;  
 развернуть отверстие 13 выдерживая размер  $25^{+1}$ мм;  
 сверлить 2 отверстия 20,23 под резьбу К1/4" ;  
 нарезать резьбу К1/4" ;  
 сверлить отверстия 19 напроход выдерживая размер  $180\pm 0,5$ мм;  
 сверлить отверстия 22 напроход выдерживая размер  $90\pm 0,5$ мм;  
 сверлить 21 выдерживая размер  $156^{+0,4}$ мм;  
 сверлить 24 выдерживая размер  $156^{+0,4}$ мм;  
 расточить отверстие 24 напроход;  
 расточить отверстие 25 выдерживая размеры  $168\pm 0,2$ мм;  
 фаску 26 выдерживая  $5\times 15^\circ$ ;  
 фрезеровать паз 27 выдерживая размер 10,  $15^{+2}$   
 Установ Б  
 Подрезать торец 1 выдерживая размер  $\text{Ø}1595_{-1}$ мм;  
 Подрезать торец 2 выдерживая размер  $920^{+1}$ мм;  
 Точить 3 выдерживая  $\text{Ø}1280_{-1,17}^{-0,39}$ мм;

					15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

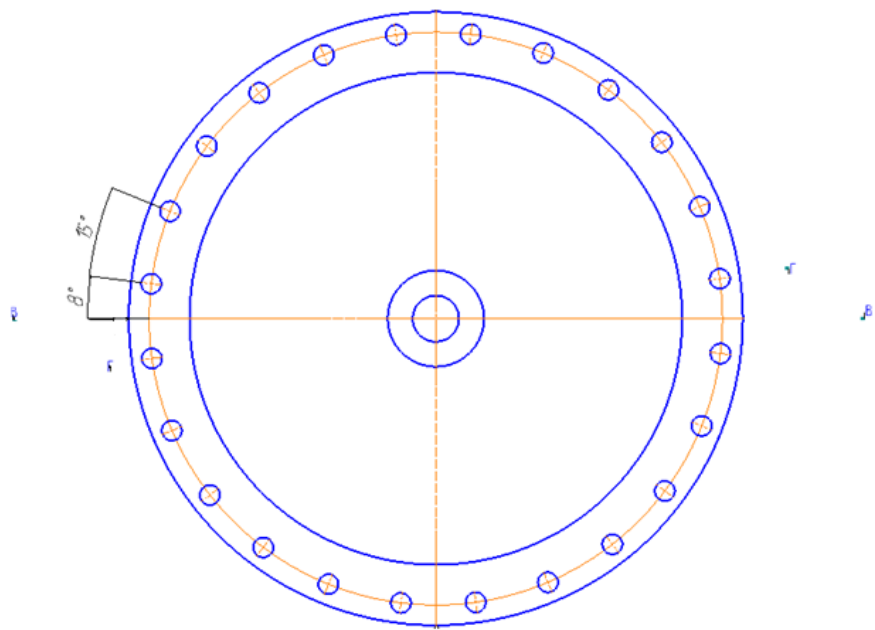
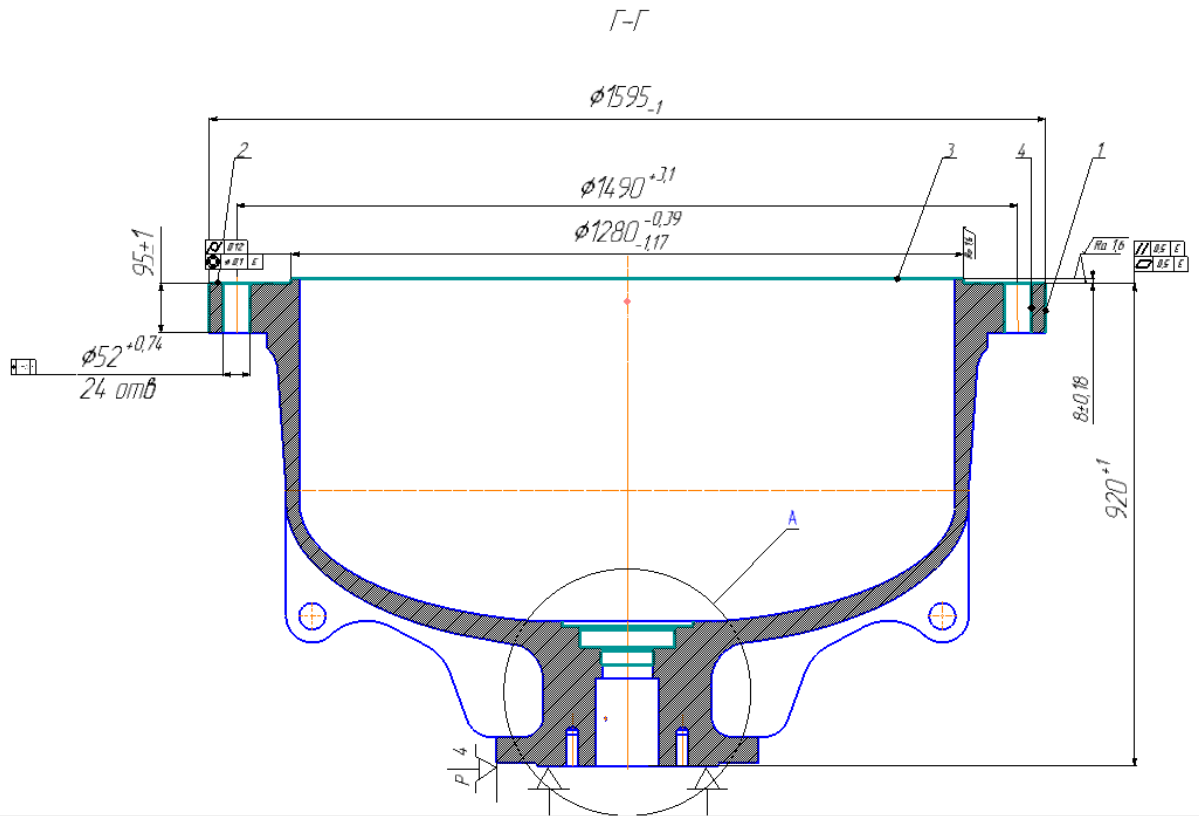


Рисунок 37 — Эскизы установ Б

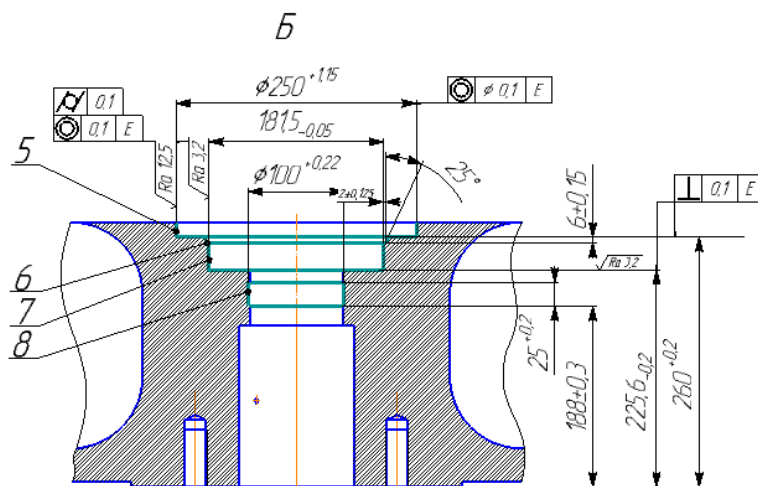
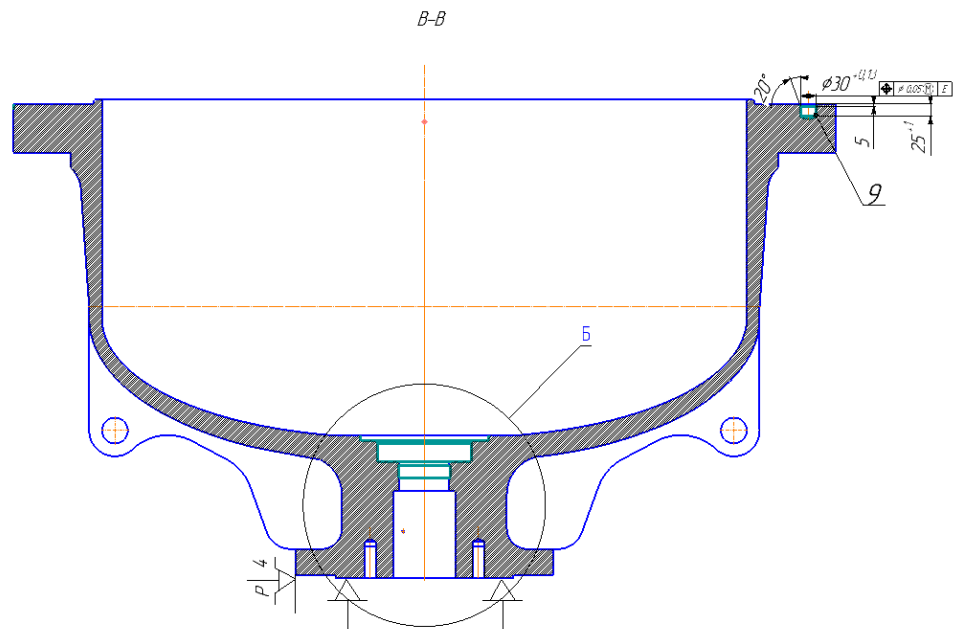
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

44





Окончание рисунка 37

Сверлить отверстия 4 выдерживая размер  $\varnothing 1280_{-1,17}^{-0,39}$ , расположение по окружности  $8^\circ, 15^\circ$

Расточить отверстие 5 выдерживая размер  $260^{+0,2}$

Расточить отверстие 7 выдерживая размер  $225_{-0,2}$ , размер  $6 \pm 0,15$   $2 \pm 0,15$

Расточить отверстие 8 выдерживая размер  $188 \pm 0,3$   $25^{+0,2}$

Сверлить отверстие 9 выдерживая размеры  $25^{+1}$ ,  $5 \times 20^\circ$ ,  $\varnothing 1490$

### 2.3.5 Размерный анализ проектного техпроцесса

Рассчитываем размерную цепь показанную на рисунке 3

$$Z_{1\text{НОМ}} = 3 - 928\text{мм}$$

$$z_{1\text{МИН}} = 50 + 60 = 110 = 1,1\text{мм}$$

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

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

45

$$Z_{2\text{НОМ}} = 825 - 3^* - 275\text{мм}$$

$$z_{2\text{МИН}} = 50 + 60 = 110 = 1,1\text{мм}$$

$$Z_{3\text{НОМ}} = 3^{**} - 275\text{мм}$$

$$z_{3\text{МИН}} = 20 + 150 = 170 = 1,7\text{мм}$$

$$\begin{aligned} Z_{1\text{НОМ}} &= Z_{\text{мин}1} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 1,1 + \frac{2,8 + 0,25}{2} - \frac{0 - (0 + (-3,05))}{2} \\ &= 1,1 + 1,525 + 1,525 = 4,15\text{мм} \end{aligned}$$

$$4,15 = 3 - 928\text{мм}$$

$$3 = 928\text{мм} + 4,15\text{мм}$$

$$3 = 935\text{мм}$$

Припуск достаточен, брака нет.

$$\begin{aligned} Z_{2\text{НОМ}} &= 1,1 + \frac{2,4 + 0,25 + 2}{2} - \frac{(1,2 + (-1,2)) - (1 + (-1,25))}{2} \\ &= 1,1 + 2,325 - 0,125 = 3,3\text{мм} \end{aligned}$$

$$3,3 = 825 - 3^* - 275\text{мм}$$

$$3,3 = 550\text{мм} - 3^*$$

$$3^* = 545\text{мм}$$

Припуск достаточен, брака нет.

$$Z_{3\text{НОМ}} = 1,7 + \frac{2 + 0,2}{2} - \frac{0 - (1,1 + (-1,1))}{2} = 1,7 + 1,1 = 2,8\text{мм}$$

$$2,8 = 3^{**} - 275$$

$$3^{**} = 275\text{мм} + 2,8\text{мм}$$

$$3^{**} = 280\text{мм}$$

Припуск достаточен, брака нет. Построим размерную цепь.

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

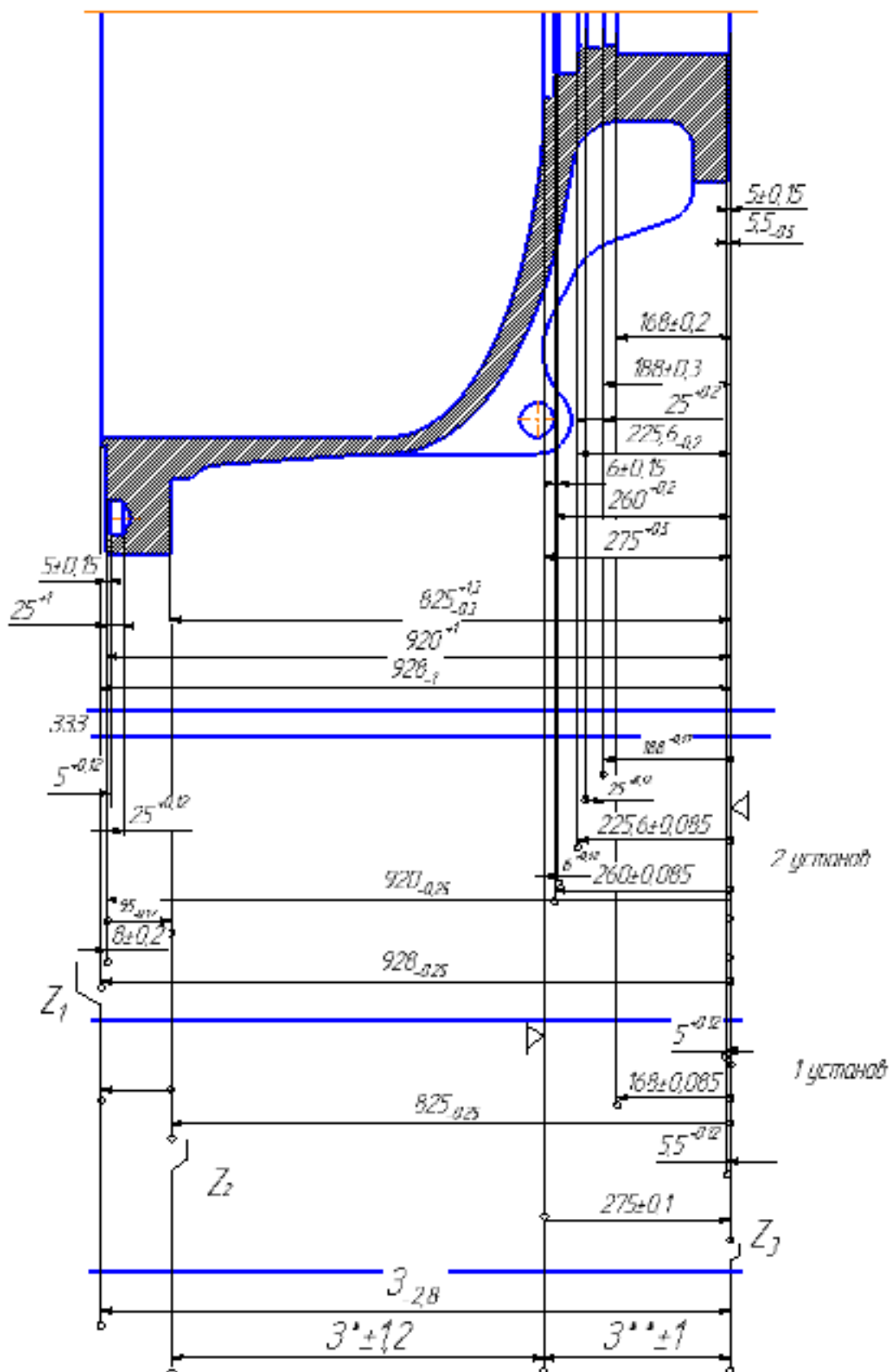


Рисунок 38— Размерная цепь проектного техпроцесса

### 2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени

Примеры расчёта режимов резания. Режимы резания были рассчитаны с помощью онлайн-калькуляторов в зависимости от применяемых режущих инструментов.

Расчет режимов резания для токарного резца державка SCLCR/L 2525 M12

Пластина CCMT 09T308WT

Пластина CCMT 120408 PC

(Taegu Tec)

Фрезерование **Точение** Сверление

Диаметр заготовки, мм

500

Введите диаметр заготовки

Скорость резания, м/мин

250

Введите скорость резания

Подача на оборот, мм

0,3

Введите подачу на оборот

Частота вращения шпинделя = **159** об/мин

Подача минутная = **48** мм/мин

Фрезерование **Точение** Сверление

Диаметр заготовки, мм

500

Введите диаметр заготовки

Скорость резания, м/мин

310

Введите скорость резания

Подача на оборот, мм

0,1

Введите подачу на оборот

Частота вращения шпинделя = **197** об/мин

Подача минутная = **20** мм/мин

Рисунок 39— Режимы резания для точения с сайта ТЕХНАРЬ.ru

Рассчитаем  $T_0$  при черновой подрезке торца  $\varnothing 500$ мм на длину 254м

$$T_0 = \frac{L}{S \times n} = \frac{254}{0,3 \times 159} = 5,32 \text{ мин}$$

Рассчитаем  $T_0$  при чистовой подрезке торца  $\varnothing 500$ мм на длину 254м

$$T_0 = \frac{L}{S \times n} = \frac{254}{0,1 \times 197} = 12,8 \text{ мин}$$

Обточить  $\varnothing 500$ мм

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	NOPAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	DMS [mm] ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ ДИАМЕТР
1 284	0.518	1	507
DME [mm] ОБРАБОТАННЫЙ ДИАМЕТР	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ	RPMX [1/min] МАХ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	PPCX [kW] МАКСИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ
1 500	3.5	181	16.2

Рисунок 40 — Режимы резания для наружной поверхности с сайта sandvik.coromant.com

$$T_o = \frac{L}{S \times n} = \frac{62}{0,518 \times 181} = 0,66 \text{ мин}$$

Расчёт режимов резания для сверла V47 60331

Пластина W8323010.088425 отверстие Ø25мм на длину 78 мм.

Фрезерование
Точение
Сверление

**Диаметр сверла, мм**

Введите диаметр инструмента

**Скорость резания, м/мин**

Введите скорость резания

**Подача на оборот, мм**

Введите подачу на оборот

Частота вращения шпинделя = **1783** об/мин

Подача минутная = **214** мм/мин

Рисунок 41— Режимы резания для сверления с сайта ТЕХНАРЬ.ru

Рассчитаем  $T_o$  при сверлении отверстия Ø25мм на длину 78 мм с учетом врезания и перебега инструмента

$$T_o = \frac{L \times i}{S \times N}$$

$$T_o = \frac{78 \times 1}{0.12 \times 1783} = 0,21 \text{ мин}$$

Расчёт режимов резания для фрезерования паза концевой фрезой 16A02R025B16ED10 B=16мм

Пластина EDCT 10T308PDERLD KC725(KENNAMETAL)

					15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Фрезерование Точение Сверление

**Диаметр фрезы, мм**  
  
 Введите диаметр инструмента

**Скорость резания, м/мин**  
  
 Введите скорость резания

**Подача на зуб, мм**  
  
 Введите подачу на зуб

**Количество зубьев**  
  
 Введите количество зубьев инструмента

Частота вращения шпинделя = **2785** об/мин  
 Подача минутная = **2507** мм/мин

Рисунок 42— Режимы резания для фрезерования с сайта ТЕХНАРЬ.ru

Рассчитаем  $T_o$  фрезы концевой  $\varnothing 16$  длина 155мм глубина 10мм

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{пм}}} = \frac{155 \times 10}{2507} = 0,6 \text{ мин}$$

Расчет режимов для  $\varnothing 96,7$ мм расточной головки G0172521

Пластина W29 2401.047930(Комет)

Фрезерование Точение Сверление

**Диаметр сверла, мм**  
  
 Введите диаметр инструмента

**Скорость резания, м/мин**  
  
 Введите скорость резания

**Подача на оборот, мм**  
  
 Введите подачу на оборот

Частота вращения шпинделя = **461** об/мин  
 Подача минутная = **138** мм/мин

Рисунок 43— Режимы резания для растачивания с сайта ТЕХНАРЬ.ru

Рассчитаем  $T_o$  для расточной державки  $\varnothing 96,7$ мм на длину 275мм

$$T_o = \frac{275}{461 \times 0,3} = 1,98 \text{ мин}$$

Режимы резания сведены в таблицу 2

					15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Таблица 2 — Режимы резания проектного техпроцесса

Инструмент Пластина	N, об/мин	V, м/мин	S, мм/об, мм/зуб	T <sub>о</sub> , мин
Державка SCLCR 2525 M12 Пластина CCMT 09T308WT Пластина CCMT 120408 PC Пластина CCMT 09T308WT Пластина CCMT 120408 PC (TAEGUTEC)	159 159 159	250 250 250	0,3 0,3 0,3	25,14
Фреза LM75SP 10160-40R-15 Пластина SPKN 1504 EDTR-HPN TT7080(TAEGUTEC)	398	200	0,2	3,91
Ø34,5мм Корпус сверла V47 60331 Пластина W8323010.088425(Komet)	1783	140	0,12	0,48
Ø25мм , Ø34,5мм Сверло комбинированное 551.25.34	1661	180	0,14	0,42
Ø26,9 мм(16 отв.) Корпус сверла U1072700 Пластина W8323010.088425	2012	170	0,14	2,49
Ø20,9(2отв.) Корпус сверла U1072100 Пластина W8323010.088425(Komet)	2132	140	0,12	0,74
Ø30 Корпус сверла U1073000 Пластина W8323010.088425(Komet)	1804	170	0,14	0,15
Зенковка F10 00101d37 5мм Пластина 3мм (2отв.) W3026720.056425(Komet)2,5мм(18отв)	1290	150	0,2	0,06 0,05 1,08
Фреза TM3SC 25W26-80-2U(Var dex) Пластина 2UIDC60 TM VTX ( 16отв)	2190	131	0,174	1,8
Фреза TM2SC 25W23-70-2U (2отв) Пластина 2UIDC60 TM VTX(Var dex)	2190	131	0,174	0,46
Фреза TE90AX 41106 Пластина AXMT 0602R-HF B=15мм Z=4 (TAEGUTEC)	2090	328	0,36	1,46
Ø10 Корпус сверла U57 315000 Головка H70 10000.018425(Komet)	2785	90	0,25	0,3
Ø11 Корпус сверла U53 21000 Головка H70 11000.018425(Komet)	2865	90	0,25	0,09

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

51

Окончание таблицы 2

Резьбофреза 80973016000003(Комет)	NPT	331	13,9	1,411	0,02
Ø96,7мм Оправка prime A50U PCLNL 16 Пластина CNMG 160608 PC (TAEGUTEC)		152	120	0,3	33,88
Ø120мм Оправка prime A50U PCLNL 16 Пла- стина CNMG 160608 PC		152	120	0,3	39,8
Державка SCLCR 2525 M12 Пластина CCMT 09T308WT Пластина CCMT 120408 PC (TAEGUTEC)		159 159 159	250 250 250	0,3 0,3 0,3	21,69 26,41 5,97
Ø52мм (24отв.) Корпус сверла U1085200 Пластина W8332010.088425(Комет)		1220	200	0,2	10,33
Зенковка F10 00081 d34 Пластина W3026720.056425(Комет)	5мм	1290	150	0,2	0,12
Ø100мм Оправка prime A50U PCLNL 16 Пластина CNMG 160608 PC TT8125		152	120	0,35	0,47
Ø181,5мм Оправка prime A50U PCLNL 16 Пластина CNMG 160608 PC		152	120	0,35	20,43
Ø250мм Оправка prime A50U PCLNL 16 Пластина CNMG 160608 PC		152	120	0,35	45,15
$T_o = 408,69$					

2.3.7 Расчет необходимого количества оборудования

Определения количества оборудования.

Деталь «Крышка шиберной задвижки».

Станок токарно-карусельный многоцелевой 1A525МФ4.

					15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



Годовая программа выпуска: 250шт.

Выбор вида станков, их специализации по числу управляемых координат и определение их количества в составе ГПС по выпуску деталей заданной номенклатуры осуществляются на основе разработанных технологических процессов на типовые детали по следующей формуле:

$$K = \frac{C_{cp}}{T_{cp}},$$

где  $C_{cp}$  - средняя станкоемкость (показатель затрат времени работы оборудования на производство определенного объема продукции), приходящаяся на каждый станок, мин;

$T_{cp}$  - средний такт выпуска деталей, мин;

$K$  - число станков по виду оборудования.

$$C_{cp} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i,$$

где  $n$  - число типовых деталей;

$C_i$  - станкоемкость, приходящаяся на каждый станок по обработке  $i$ -го представителя типовых деталей, мин.

$$C_i = \sum_{j=1}^p t_{опj},$$

где  $t_{опj}$  - оперативное время по выполнению перехода на рассматриваемом станке, мин;

$p$  - число всех переходов, выполняемых на рассматриваемом станке по обработке деталей.

$$t_{опi} = t_{oi} + t_{M-V_i} + t_{yi},$$

где  $t_{oi}$  - основное время на выполнение перехода, мин;

$t_{M-V_i}$  - машинно-вспомогательное время, связанное с выполнением перехода (ускоренный подвод инструмента, автоматическая смена инструмента и т.д.), мин;

$t_{yi}$  - вспомогательное время на снятие-установку заготовки, мин.

Средний такт выпуска деталей определяется по формуле:

									Лист
									53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

$$T_{\text{ср}} = \frac{60 \cdot \Phi_0 \cdot K_{\text{исп}}}{N_{\text{год}}},$$

где  $\Phi_0$  - годовой фонд времени оборудования, ч ( $\Phi_0 = 1976$  ч при односменном режиме работы оборудования);

$K_{\text{исп}}$  - коэффициент использования оборудования по машинному времени ( $K_{\text{исп}} = 0,85$ );

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

Определим средний такт выпуска деталей:

$$T_{\text{ср}} = \frac{60 \cdot 1976 \cdot 0,75}{250} = 355,68 \text{ мин.}$$

Возьмем значения станкоемкости с проектного технологического процесса нашей детали:

Для ОЦ с ЧПУ:

$$C_1 = 355,68 \text{ мин.}$$

Определим среднюю станкоемкость:

$$C_{\text{ср}} = \frac{355,68}{5} = 71,136 \text{ мин.}$$

Определим число станков по виду оборудования:

$$K = \frac{71,136}{355,68} \approx 1$$

Таблица 3 – Сводная таблица полученных значений

Наименование операции	Средняя станкоемкость, мин	Расчетное количество оборудования, шт	Принятое количество оборудования, шт
005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	355,68	0,2	1

						15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			54

Вывод.

Проектный технологический процесс значительно отличается от действующего и имеет свои преимущества:

- 1) в методе получения заготовки было применено изобретение к патенту заключающееся в способе изготовления литейных стержней и форм на жидкостекольном связующем, включающем перемешивание ингредиентов смеси, ее уплотнение в оснастке и продувке углекислым газом;
- 2) для проектного ТП было выбран ОЦ с ЧПУ 1A525МФ, который позволил обработать деталь «Крышка шиберной задвижки» с двух установов, тем самым значительно сократив вспомогательное время;
- 3) было разработано приспособление с пневмоприводом, преимущества которого в исключении ручного труда и сохранившего точность получаемой механической обработки;
- 4) Было разработано комбинированное сверло за один проход которым получается двухступенчатое отверстие  $\varnothing 25^{+0,13}$  мм,  $\varnothing 34,5^{+1,1}$  мм и фаска  $5 \times 45^\circ$  мм.

В результате значительно сократилось время на обработку детали «Крышка шиберной задвижки» с 1350мин до 965,53мин.

										Лист
										55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Для проектирования и расчета приспособления на операцию 010 Комплексную с ЧПУ выбран установ А (рисунок 3). На этой операции производится точение, сверление, фрезерование паза, фрезерование плоскости бобышек, фрезерование резьбы, растачивание отверстий. Для проектирования приспособления был выбран переход – фрезерование бобышки. Диаметр поверхности фрезерования 100 мм.

Рисунок для которой проектируется приспособление указан ниже.

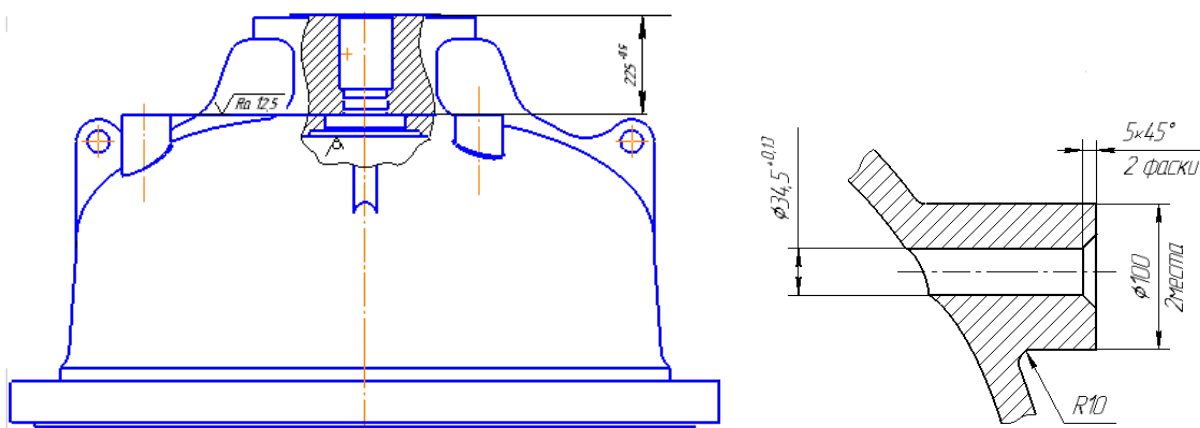


Рисунок 44 – Операция фрезерная

#### Проектирование установочных элементов приспособления

Это схема закрепления на операцию 010 Комплексная с ЧПУ, в которой ведётся обработка всех требующих механической обработки частей детали баз на корпусе.

Места для базирования детали «Крышка» находятся по внутренней поверхности отливки, диаметром 462мм, закрепляется по торцу на нижнем фланце, что указано на рисунке 4.

Схема базирования на операцию 010 представлена на рисунке 4.

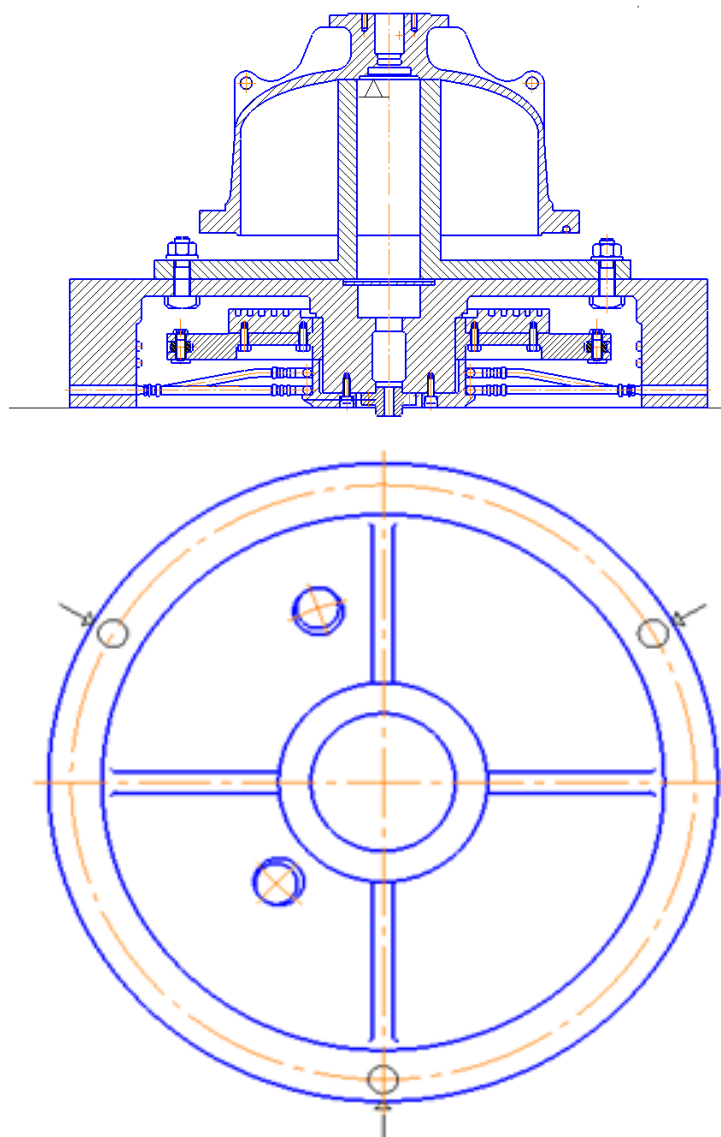


Рисунок 45 – Схема базирования детали «Крышка»

### Расчет режимов резания(сила резания $P_z$ )

Т.к. в проектном варианте технологического процесса используется зарубежный инструмент фирмы Komet, Taegu Tec, SANDVIK COROMANT к которым невозможно применить общемашиностроительные режимы резания, поэтому режимы резания рассчитываем в онлайн калькуляторе на официальном сайте фирмы. Исходные данные для расчета:

*Деталь:*

Наименование детали – Крышка;

Материал – Сталь 20 ГЛ;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

57

Заготовка:

Отливка (IT15);

Масса – 2192 кг;

Состояние поверхностей - без корки;

Припуск на обработку фрезеруемых поверхностей – 2,5 мм.

Станок

Модель станка СединШисс 1А525МФ4

Паспортные данные станка:

Частота вращения шпинделя, об/мин: 0...1600,

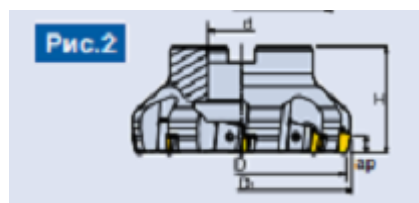
Диапазон подач мм/мин: до 2000

Операция (комплексная с ЧПУ 005)

Приспособление – специальное.

Инструмент – фреза торцевая LM75SP 10160-40R-15, пластина SPKN 1504 EDTR-HPN TT7080 Z=10

Режимы резания для обрабатываемой поверхности представлены на рисунке 46 ниже. Поверхность обработки, её размеры: диаметр самой бобышки 100 мм выдерживаемый размер  $225^{+0,5}$  (рис. 3).






	Обозначение		Размеры (мм)				Слав			Применение торцевые фрезы
	ISO	ANSI	d	t	a	a <sub>0</sub>	TT6020	TT7080	TT6080	
 EDTR-HPN	SPKN 1203 EDTR-HPN	42	12.7	3.18	1.2	8		•		LM75SP □□□□R-12 E126
 EDR-HPN	SPKN 1203 EDR-HPN	42	12.7	3.18	1.6	8	•		•	
 EDTR-GPN	SPKN 1203 EDTR-GPN	42	12.7	3.18	1.3	8		•		
	SPKN 1504 EDTR-HPN	53	15.875	4.76	1.4	12		•		LM75SP □□□□R-15 E126
	SPKN 1504 EDR-HPN	53	15.875	4.76	1.6	12	•		•	
	SPKN 1504 EDTR-GPN	53	15.875	4.76	1.5	12		•		

Рисунок 46— Режимы резания для фрезы торцевой LM75SP 10160-40R-15

Рекомендуемые режимы резания для фрез серии **LIONMILL** - LM75SP с пластинами SPKN 15

Материал	Твёрдость по Бринеллю	Глубина резания (мм)	Скорость (м/мин)	Рекомендуемые сплавы	Скорость (м/мин)
Низкоуглеродистая сталь	85 - 175	- 10.0	180 - 300	ТТ7080	0.10 - 0.20
Высокоуглеродистая сталь	175 - 225	- 10.0	130 - 280	ТТ7080	0.10 - 0.20
Легированная сталь	275 - 325	- 10.0	120 - 250	ТТ7080	0.10 - 0.20
Инструментальная сталь	-	- 10.0	80 - 200	ТТ7080	0.05 - 0.15
Нержавеющая сталь 300	-	- 6.0	80 - 170	ТТ8020	0.10 - 0.15
Нержавеющая сталь 400	-	- 6.0	100 - 210	ТТ8020	0.10 - 0.18
Жаропрочный сплав	-	- 6.0	30 - 100	ТТ8020	0.10 - 0.15
Титановый сплав	-	- 6.0	30 - 80	ТТ8020	0.10 - 0.15
Серый чугун	190 - 220	- 10.0	150 - 400	ТТ6080	0.10 - 0.20
Чугун с шаровидным графитом	140 - 200	- 10.0	100 - 250	ТТ6080	0.10 - 0.20

Окончание рисунка 47

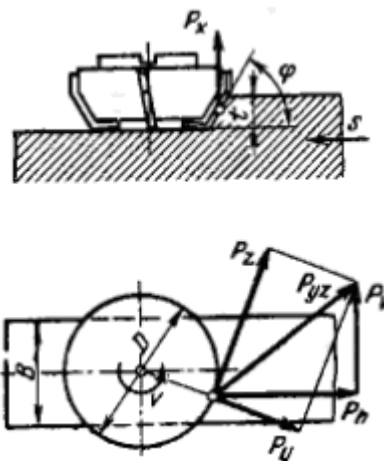


Рисунок 47— Силы резания при фрезеровании торцевой фрезой

Рассчитаем силу резания по формуле  $P_{yz} = \sqrt{P_z^2 + P_y^2}$

$$P_{yz} = \sqrt{1350^2 + 1310^2} = 1880\text{Н}$$

Расчет на точность

Расчет точности обработки производится с целью определения условия, будет ли разрабатываемая конструкция специального приспособления обеспечивать точность обработки, требуемую по техпроцессу.

В основе расчета используют условие [4, с.83,таблица 8]:

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T, \quad (8.1)$$

где:  $\varepsilon_{\text{пр}}$ — суммарная погрешность обработки;

$T$  – допуск на проверяемый размер  $225^{+0,5}$   $T=0,5$

Если условие выполняется, то точность обработки считается удовлетворительной.

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

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

59

Расчет точности  $\varepsilon_{\text{пр}}$  изготовления приспособления из условия обеспечения размера заготовки  $225^{+0,5}$  (8.3)

1. Определяем погрешность базирования  $\varepsilon_6=0$

2. Определяем погрешность закрепления  $\varepsilon_3 = 0,12\text{мм}$

3. Определяем погрешность установки приспособления на станке  $\varepsilon_y=0$ , т.к. осуществляется надёжный контакт установочной плоскости приспособления с плоскостью кулачков.

4. Определяем погрешность от износа инструмента  $\varepsilon_c=0$ , т.к. в приспособлении отсутствуют направляющие элементы.

5. Определяем погрешность от изнашивания установочных элементов  $\varepsilon_{\text{и}}$  формуле:

$\varepsilon_{\text{и}} = \beta_1 N^n$ , где

$\beta_1$ - постоянная зависящая от вида установочных элементов и условий контакта  $\beta_1 = 0,4$

N- количество контактов N=1000(в год)

$\varepsilon_{\text{и}} = 0,4 \times 1000 = 400\text{мкм} = 0$

6. Определяем экономическую точность обработки.

Для принятых условий (заготовка сталь 20ГЛ, фрезерование отделочное)  $\delta_1 = 0,5\text{мм}$  по табл. П7(2) точность 11Н, получаем  $\omega = 0,5$ .

7. Принимаются значения  $k_T, k_{T1}, k_{T2}$

Значение  $k_{T1}$  можно не учитывать т.к.  $\varepsilon_6=0$ ;  $k_T=1,2$ ;  $k_{T2}=0,6$

$\varepsilon_{\text{пр}} = \delta_1 - k_T \sqrt{(k_{T2}\omega)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_c^2 + (k_{T1}\varepsilon_6)^2} = 0,5 -$

$1,2 \sqrt{(0,6 \times 0,5)^2 + 0,12^2 + 0^2 + 0^2 + 0,04^2 + (1,2 \times 0)^2} = 0,5 - 1,2 \times 0,3 = 0,14\text{мм}$   
0,14

Таким образом, суммарная погрешность установки детали в приспособлении, не превышает требуемое условие. Следовательно, приспособление спроектировано верно.

Проектирование зажимного устройства

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					



В данном приспособлении особые, специально разработанные кулачки. Форма кулачков максимально приближена к форме наружной поверхности детали, за которую она и крепится на данной операции механической обработки. Кулачки имеют вогнутое скругление на местах контакта с деталью, радиусом 800 мм. Площадка, на которую деталь «Крышка» опирается своим торцом, имеет длину 105 мм.

Такое усовершенствование кулачков позволяет намного ускорить процесс точной установки детали, как «Крышка», имеющей габаритные размеры  $\varnothing 1600 \times 935$  мм х м

Приспособление для фрезерной обработки предлагаемое к рассмотрению, представляет собой специальную планшайбу с встроенным пневматическим приводом (рисунок 47).

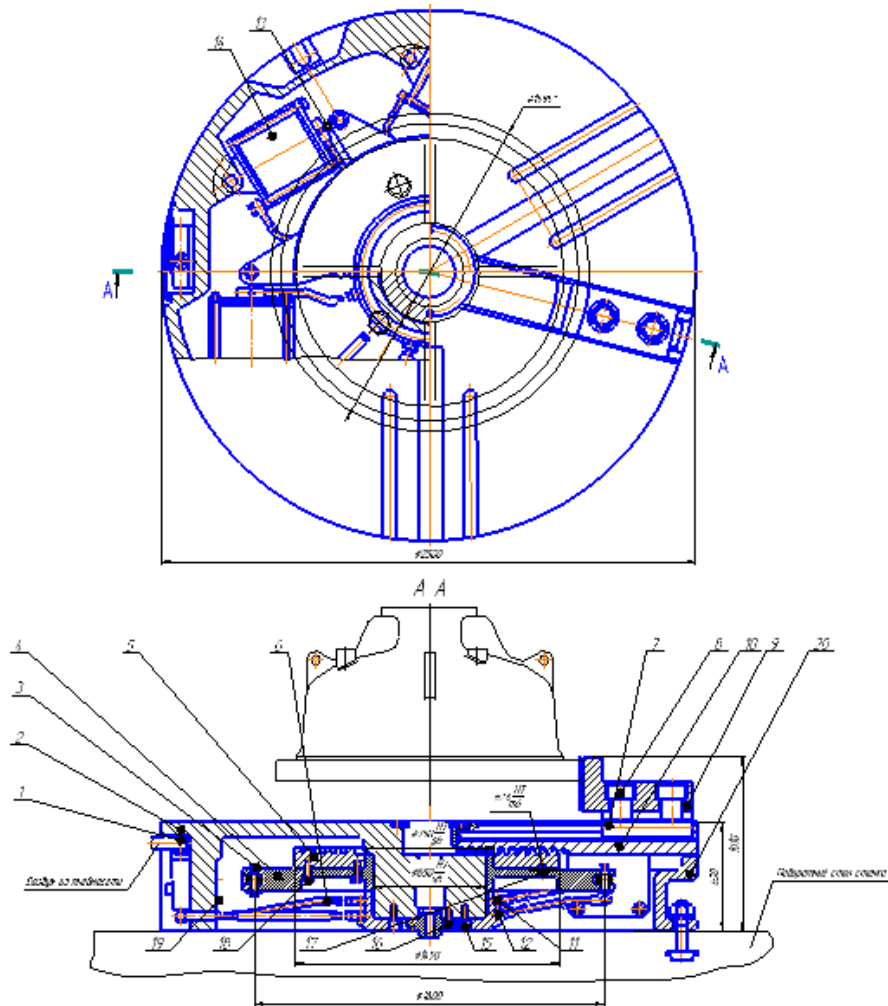


Рисунок 48 — Приспособление для фрезерной обработки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

61

Патрон состоит из чугунного корпуса 2 диаметром 2500 мм, спирального диска 5 и поводкового диска 4 с шестью отростками, к которым через оси 3 прикреплены штоки 13 шести качающихся цилиндров 14.

Корпус электрического блока каждого цилиндра посредством специального прилива, имеющегося в его задней крышке, шарнирно соединен с корпусом 2 патрона и имеет возможность поворачиваться на некоторый угол. Во впадине корпуса патрона смонтирован трехходовой распределительный кран с плоским золотником, а его выходные отверстия соединены воздухопроводными шлангами 6 с двумя кольцевыми коллекторами 11 и 12. От нижнего и верхнего коллекторов подведены шланги соответственно в заднюю и переднюю полости всех шести плавающих цилиндров.

Трехходовой распределительный кран служит для направления сжатого воздуха в тот или иной коллектор. В распределительный кран сжатый воздух подается из сети через одноходовой кран 7, смонтированный на гибком шланге.

В направляющих пазах Корпус электрического блока 2, расположенных один относительно другого под углом  $120^\circ$ , помещены основные кулачки 10, соединенные с архимедовой спиралью диска. На их наружной поверхности имеются рифления с шагом 50 мм, по которым фиксируются сменные накладные кулачки 9. Закрепление кулачков 9 производится при помощи колодок 7 и винтов 8.

При работе на "Зажим" сжатый воздух подают в нижний коллектор 12 и далее в передние полости всех шести цилиндров. Штоки 13 поворачивают диск 4 и закрепленный на нем спиральный диск 5. При повороте диска 5 кулачки 10 и 9 сходятся, центрируя и закрепляя установленную деталь.

После закрепления детали сжатый воздух из полостей цилиндров выходит в атмосферу, а зажим детали в процессе обработки обеспечивается за счет самоторможения механизма архимедовой спирали с рейками основных кулачков.

Ход каждого кулачка от пневмопривода равен 75 мм, что составляет по диаметру 150 мм.

					15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

При раскреплении обрабатываемой детали рукоятка трехходового распределительного крана переводится во второе положение, а сжатый воздух снова подводится при помощи одноходового крана 7, смонтированного на гибком шланге.

В этом случае сжатый воздух направляется в верхний коллектор 17 и затем в задние полости цилиндров 14; кулачки 9 возвращаются при этом в исходное положение.

Планшайба может работать как на "Зажим", так и на "Разжим"; усилие, получаемое при работе на "Зажим", меньше, чем усилие при работе на "Разжим".

Операция 010 Комплексная с ЧПУ.

$D_{o.п.}=100$  мм – максимальный диаметр обрабатываемой поверхности

$D_3=1615$  мм – диаметр заготовки

$L_3=936$  мм – длина заготовки

$P_z=2500$  Н – наибольшая сила резания

Определим коэффициент запаса для самоцентрирующегося трехкулачкового патрона с пневматическим приводом зажима:

$$K_{зап}=K_0K_1K_2K_3K_4K_5K_6=1,5 \times 1 \times 1,2 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1=2,16 \quad (9.1)$$

где  $K_0=1,5$  – постоянный коэффициент запаса; [8] с.107

$K_1=1$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_2=1,2$  - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при затуплении режущего инструмента;

$K_3=1,2$  - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при обработке прерывистых поверхностей на детали;

$K_4=1$  - коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима, развиваемой приводом приспособления;

$K_5=1$  - коэффициент, учитывающий удобное расположение рукоятки для ручных зажимных устройств;

										Лист
										63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

$K_6=1$  - коэффициент, учитывающий при наличии моментов, стремящихся повернуть обрабатываемую деталь вокруг ее оси.

Определим силу зажима детали одним кулачком планшайбы:

$$W_{к1} = P_z \frac{(\sin \alpha) / 2 \times D_{о.п.}}{f_{т.п.} \times D_{п.к.}} \times K_{зап.} = 2500 \frac{0,494 \times 100}{0,8 \times 1615} \times 2,16 = 205H$$

(9.2)

$$\alpha = 30^\circ;$$

$$\sin 30^\circ = 0,988.$$

$f_{т.п.} = 0,8$  – коэффициент трения на рабочих поверхностях кулачков;

$$W_k = W_{к1} \cdot n_k$$

$n_k = 3$  – число кулачков в планшайбе;

$$W_k = 205 \times 3 = 615H.$$

Определим силу на штоках привода планшайбы:

$$Q_{шт.} = W_k n_k k_{тр} \left(1 + \frac{3 \times a_k}{h_k}\right) \frac{600 \left(1 + \frac{3 \times 400}{600} \times 0,8\right)}{6} = 167895H \quad (9.3)$$

$K_{тр} = 1,05$  - коэффициент, учитывающий дополнительные силы трения в патроне;

$a_k = 400$  мм – вылет кулачка от середины его опоры в пазу планшайбы до центра приложения силы на одном кулачке;

$h_k = 600$  мм – длина направляющей части кулачка (рис. 49);

$f_k = 0,8$  – коэффициент трения кулачка,

$N$  – количество штоков (6).

										Лист
										64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

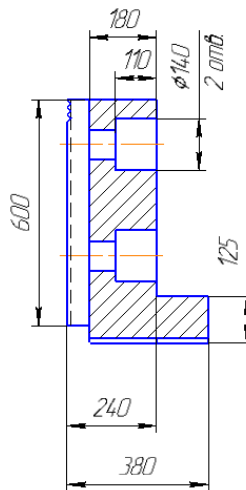


Рисунок 49 — Кулачок

4. Определим действительную силу зажима детали:

$$Q_{ш.д.} = \frac{\pi D_u^2}{4} p \eta = \frac{3.14 \cdot 250^2}{4} \cdot 0,5 \cdot 0,85 \cdot 6 = 1215 \text{ Н} \quad (9.4)$$

$\eta=0.85$  – коэффициент полезного действия;

$D_u=250$  мм – диаметр встроенного пневмоцилиндра;

$P=0,5$  МПа – давление сжатого воздуха.

Проектирование и расчет привода

Определяем параметры привода.

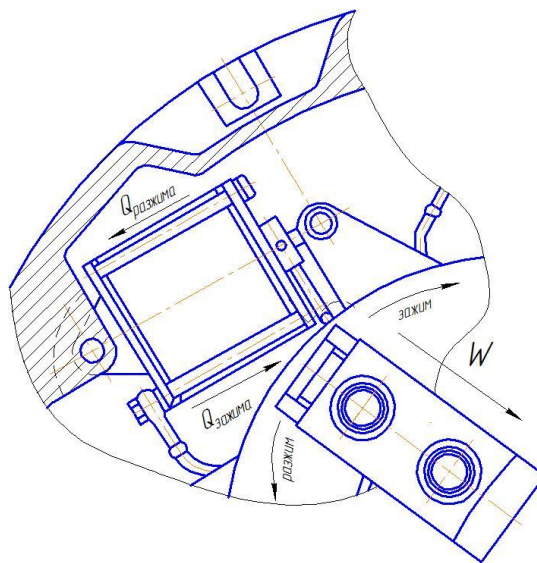


Рисунок 50 — Расчётная схема ЗУ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

65

Сила, развиваемая пневматическим поршневым приводом, может быть рассчитана по формуле (12.1):

$$Q = p \frac{\pi \cdot D^2}{4} \eta \cdot i \quad (8.1)$$

где  $p$  – давление воздуха в сети (принимается  $p=5\text{атм} \approx 0,5\text{МПа}$ );

$D$  – диаметр цилиндра;

$\eta = 0,95$  – коэффициент полезного действия.

$I = 1$  – коэффициент приращенного отношения.

Если применить пневматический привод для непосредственного крепления заготовки, то

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{p\pi\eta i}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1215}{0,5 \cdot 3,14 \cdot 0,95}} = 58\text{мм.}$$

Этот диаметр приемлем, корректируем этот диаметр по ГОСТ 1250-60 и получаем диаметр поршня равный 63 мм. [2]

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

В качестве проектного режущего инструмента предлагается комбинированное сверло. Обработать ступенчатое отверстие  $\varnothing 25H11^{(+0,13)}$  на проход,  $\varnothing 34,5^{(+1,1)}$  мм на глубину  $l=20^{(+2)}$  мм и фаску  $5 \times 45^\circ$ . Шероховатость обрабатываемых поверхностей  $Ra12,5$ .

Крышка изготавливается из легированной стали 20ГЛ ГОСТ 21357-87. Сталь хладостойкая, износостойкая. Назначение – различные к которым предъявляются требования по прочности и вязкости, работающие под действием статических и динамических нагрузок, под давлением. ( $\delta_B 510$  МПа).

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ				

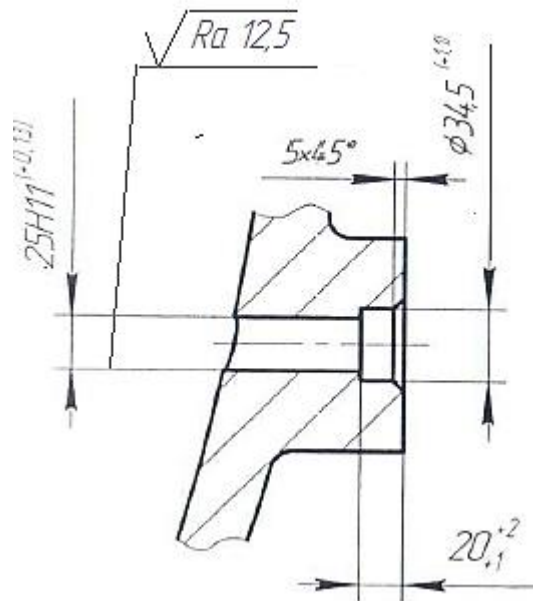


Рисунок 51— Эскиз обрабатываемого отверстия детали крышка.

Для обработки ступенчатого отверстия рассчитаем и спроектируем инструмент комбинированное сверло. В основу конструкции комбинированного сверла взята конструкция корпуса сверла DR-06 фирмы «ISKAR» с двумя квадратными пластинами для сверления отверстия  $\text{Ø}25$  мм [3, D51] и двумя пластинами для рассверливания отверстия  $\text{Ø}34,5$  мм и пластиной для снятия фаски  $45^\circ$ . Сверло спроектировано со спиральными отверстиями для СОЖ проходящим параллельно винтовым стружкоотводным канавкам.

В данной конструкции корпуса остаётся место для стружки, что позволяет отводить свело бесперебойно. Каналы охлаждения не проходят через сердцевину сверла, что повышает прочность сверла и его стойкость к скручиванию.

Сверло с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин предназначено для сверления отверстий глубиной  $3d - 5d$ , а также растачивания отверстий в конструкционных и легированных сталях на станках с ЧПУ, обладающих достаточной мощностью и жесткостью.

Расположение сверла на револьверной головке токарного станка осуществляется так, чтобы наружная режущая кромка была параллельна координате X станка.

										Лист
										67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

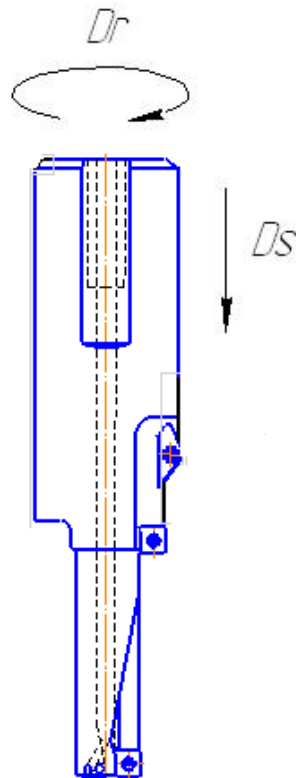


Рисунок 52— Схема резания комбинированного сверла

Пластина для сверления выбрана из каталога ISRAR [3], LCMX 050203-B57, материал пластины HC-P20 с покрытием CVD, современный аналог сплава T5K10. Группа применения по ISO P15-P35. Многослойное покрытие пластины составляет 16 мкм, состоит из карбонитрида титана (TiCN) и окиси алюминия ( $Al_2O_3$ ) во внутреннем слое и карбида титана (TiC) в качестве внешнего слоя.

LCMX 050203-B57- пластина для сверления

L-форма пластины прямоугольная;

C-задний угол  $\alpha=7^\circ$ ;

M- допуск на размеры пластины  $\pm 0,05$ ;

X-специальная конфигурация;

05 – длина режущей кромки 6,6 мм;

02 – толщина пластины 2,78 мм;

03 – радиус вершины лезвия 0,3 мм;

B57 – дополнительная информация изготовителя пластина для сверления

										Лист
										68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					



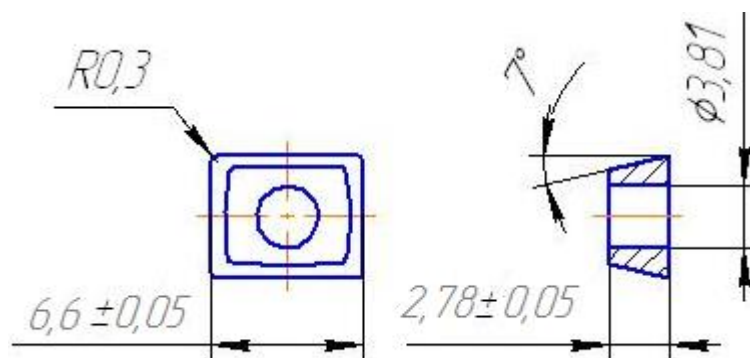


Рисунок 53—Эскиз пластины для сверления

Пластина базируется в корпусе сверла по одной стороне и закрепляется через центральное отверстие.

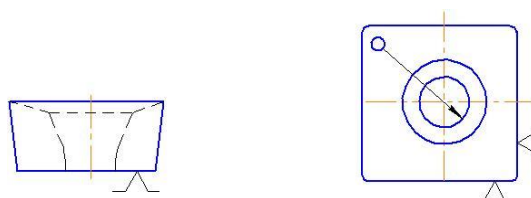


Рисунок 54 – Схема базирования и закрепления СМП

В соответствии вышеприведенной схемы базирования и закрепления, выбираем способ крепления пластины винтом с эксцентриком.

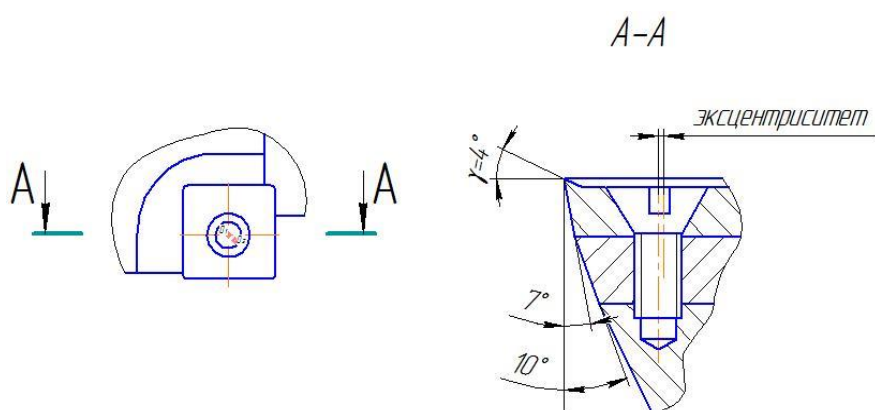


Рисунок 55 — Узел крепления пластины в корпусе сверла

Расчет эксцентрического крепления многогранной сменной пластины.

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

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Крепление СМП с использованием эксцентрического зажима достаточно компактно, содержит минимальное число элементов.

СМП устанавливается в корпусе инструмента при повороте винта, заканчивающегося эксцентриком, происходит поджим СМП в угол паза корпуса.

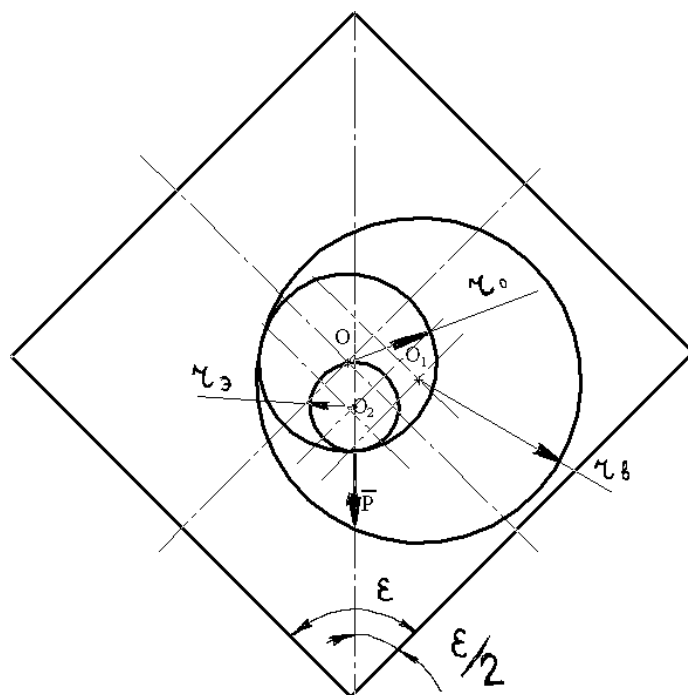


Рисунок 56— Расчетная схема эксцентрического закрепления

Правильное базирование можно обеспечить если точка К контакта эксцентрического штифта и отверстие СМП, ось  $O_2$  эксцентрического штифта и ось  $O$  отверстия СМП будет находится на биссектрисе угла  $\varepsilon$  при вершине пластины. В этом случае направление силы зажима  $\bar{P}$  и перемещение пластины направлены по биссектрисе угла  $\varepsilon$ , и поджима обеспечивает базирование СМП по обеим сторонам гнезда.

Поворот эксцентрического штифта осуществляется относительно оси  $O_1$  винта. Устойчивое положение узла крепления достигается при выполнении условия самоторможения. Это выполняется если  $\operatorname{tg} \alpha \leq f$  – коэффициент трения в зоне контакта К. Для обеспечения технологичности изготовления гнезда в корпусе, необходимо чтобы ось  $O_1$  винта располагалась на прямой  $OO_1$ , параллельно одной из сторон паза. Для определенности проектирования примем:

$$OO_1 = r_b - r_0$$

Рассматривая  $\Delta OO_1K$  запишем:

$$\frac{rb}{r_0} = 1 + \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)} = 1 + \frac{1}{\cos \varepsilon/2 + \frac{\sin \varepsilon/2}{\operatorname{tg} \alpha}} \quad (1)$$

Учитывая условия самоторможения, получим соотношения между радиусом винта и радиусом отверстия в СМП

$$\frac{rb}{r_0} \leq 1 + \frac{1}{\cos \varepsilon/2 + \frac{\sin \varepsilon/2}{f}}; \quad (2)$$

$$\frac{rb}{r_0} \leq 1 + \frac{1}{\cos 45^\circ + \frac{\sin 45^\circ}{0,2}} = 1,1$$

$r_b \leq 2,5$  принимаем  $r_b = 2$  мм.

Величину эксцентриситета  $O_1O_2$  эксцентрического штифта определим  $\Delta OO_1K$

$$O_1O_2 = \sqrt{(O_1K)^2 + (O_2K)^2 - 2(O_1K)(O_2K)\cos \alpha},$$

$$\text{где } \frac{O_1K}{\sin \varepsilon/2} = \frac{OK}{\sin[180 - (\alpha + \varepsilon/2)]} = \frac{OK}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)} \Rightarrow$$

$$O_1K = \frac{O_1K \sin \varepsilon/2}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)},$$

$$\text{тогда } OK = r_0; \quad O_1O_2 = \sqrt{r_0^2 \frac{\sin^2 \varepsilon/2}{\sin^2(\alpha + \varepsilon/2)} + r_0^2 - \frac{2r_0 r_0}{1 + \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \varepsilon/2}}},$$

$$O_1O_2 = \sqrt{2.2^2 \frac{\sin^2 45}{\sin^2 (7+45)} + r_{\frac{2}{9}}^2 - \frac{2 \times 2 \times 2.2}{1 + \frac{\operatorname{tg} 7}{\operatorname{tg} 45}}},$$

$$O_1O_2 = \sqrt{7.5 - 7.48} = 0.14 \text{ мм.}$$

Фасочная пластина XCGT 060300-45DT

X-форма пластины специальная;

O- задний угол  $\alpha=0^\circ$ ;

G- допуск на размеры пластины  $\pm 0,025$ ;

X-специальная конфигурация;

06 – длина режущей кромки 6 мм;

03 – толщина пластины 3 мм;

45-угол пластины  $45^\circ$ ;

DT – форма стружколома.

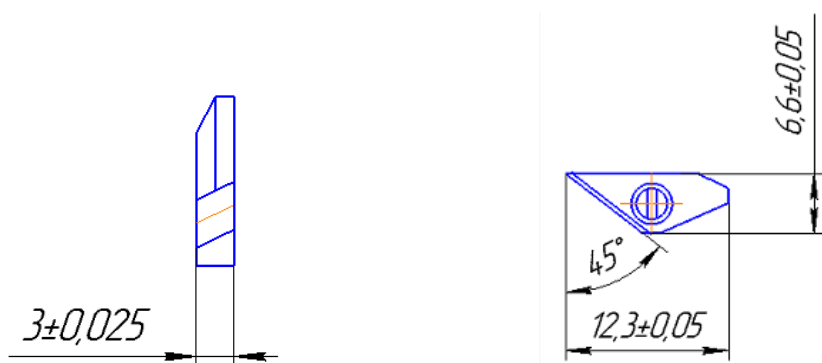


Рисунок 57— Эскиз пластины для снятия фаски

### 2.3 Анализ, описание работы, выбор и обоснование конструктивных параметров контрольного приспособления

При выборе контрольного приспособления главной задачей стояло определить поверхность, размер для контроля, точность обработанной

									Лист
									72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ				

поверхности, технические требования предъявляемые для этих поверхностей и размеров. Деталь «Крышка шиберной задвижки» крупногабаритная и масса составляет 1640 кг. В качестве контрольного приспособления используется контрольно измерительная машина FARO Edge Arm12. Данная модель КИМ позволяет провести измерения детали «Крышка шиберной задвижки» рабочая зона которой составляет 3700мм.

Координатно-измерительные машины — универсальное средство измерений, которое значительно экономит время на контроль деталей сложной формы и конструкции, отличается высоким уровнем автоматизации и помогает сократить издержки производства. С помощью КИМ детали контролируются как в процессе механической обработки, так и по его завершении.

Универсальность КИМ заключается в том, что она:  
производит контроль как на стадии освоения деталей, так и на стадии их производства;

дает возможность за однократную установку проверить почти все требуемые технические требования как в лаборатории, так и в цехе.



Рисунок 58 — Мобильная КИМ FARO Edge Arm12.

									Лист
									73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ				

В основу работы координатно-измерительных машин (КИМ) положен расчет контролируемых геометрических параметров поверхностей по результатам измерения положения отдельных точек на этих поверхностях. Для отсчета положений отдельных точек используется координатная система, относительно которой положение измеряемого объекта фиксировано.

Контролируемые размеры :  $\cdot \varnothing 1280_{-1,17}^{-0,39}$  ;  $\varnothing 1595_{-1}$  ;  $\varnothing 1375 \pm 1,2$  ;  $928_{-1}$  ;  $920^{+1}$  ;  $825_{-0,3}^{+1,3}$  ;  $\varnothing 500_{-1,55}$  мм.

Контролируемые технические требования: плоскосьность 0,1мм базовой поверхности Е; перпендикулярность 0,1мм поверхности  $\varnothing 345_{-1,17}^{-0,6}$  мм к базовой поверхности Ж  $\varnothing 120^{+0,22}$  мм ; параллельность 0,4мм размера  $825_{-0,3}^{+1,3}$  мм относительно базовой поверхности Е; соосность  $\varnothing 345_{-1,17}^{-0,6}$  мм 0,1мм относительно базовой поверхности Ж.

Порядок проведения измерений контактным щупом:

- 1) КИМ устанавливаются вблизи измеряемого объекта, подключают компьютер и с помощью программного обеспечения калибруют щуп, которым будут производиться измерения;
- 2) Задается система координат относительно которой будут производиться измерения ("привязаться к детали"). Чаще всего осуществляется "привязка" по точкам на плоскостях, отверстиях, цилиндрических поверхностях и т.д. Оператор с помощью КИМ указывает эти точки на контролируемой детали;
- 3) Осуществляется процесс измерения изделия. Контроль производится контактным способом, т.е. для снятия какой-либо точки необходимо зафиксировать щуп на изделии и нажать кнопку на "руке" КИМ.

В процессе работы на экран монитора выводится местоположение щупа в реальный момент времени, расположение измеряемых точек и величина их отклонения.

					15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Вывод.

В конструкторской части было спроектировано и рассчитано приспособление для установка А, для фрезерования плоскости на бобышках, которое дало возможность автоматизировать процесс и сократить вспомогательное время на установку и закрепление

А также спроектировано и рассчитано комбинированное сверло. Использование комбинированного сверла так же сократило время на смену инструмента и время обработки.

В качестве контрольного приспособления была выбрана КИМ типа «рука».

Использование координатно-измерительных машин (КИМ) продолжает оставаться актуальным благодаря их широкой универсальности, высокому уровню автоматизации, эффективности по экономии времени при измерении сложных деталей такой какой является деталь «Крышка шиберной задвижки» Использование принципов оперативного и диалогового программирования повышает эффективность применения КИМ как универсального средства контроля в серийном производстве.

										Лист
										75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

## 4 ПЛАНИРОВКА УЧАСТКА

### 4.1 Описание работы участка.

Для детали «Крышка шиберной задвижки» был спроектирован участок механической обработки (рисунок 57) с использованием автоматизированного инструментального склада, мостового крана, кран-балки, моечного отделения и стенда под КИМ.

Заготовка с помощью автотранспорта доставляется на склад материалов и заготовок. Оттуда с помощью крана грузоподъемностью 10т перемещается и устанавливается на ОЦ с ЧПУ. С автоматизированного инструментального склада режущий инструмент подается с помощью кран-балки на стол перед станком для установки инструмента в патроны и резцедержатели. После обработки деталь перемещается в моечное отделения, где с помощью моечной машины Karcher деталь промывается от СОЖ и масла, затем деталь перемещается на стенд для КИМ для контроля размеров и технических требований.

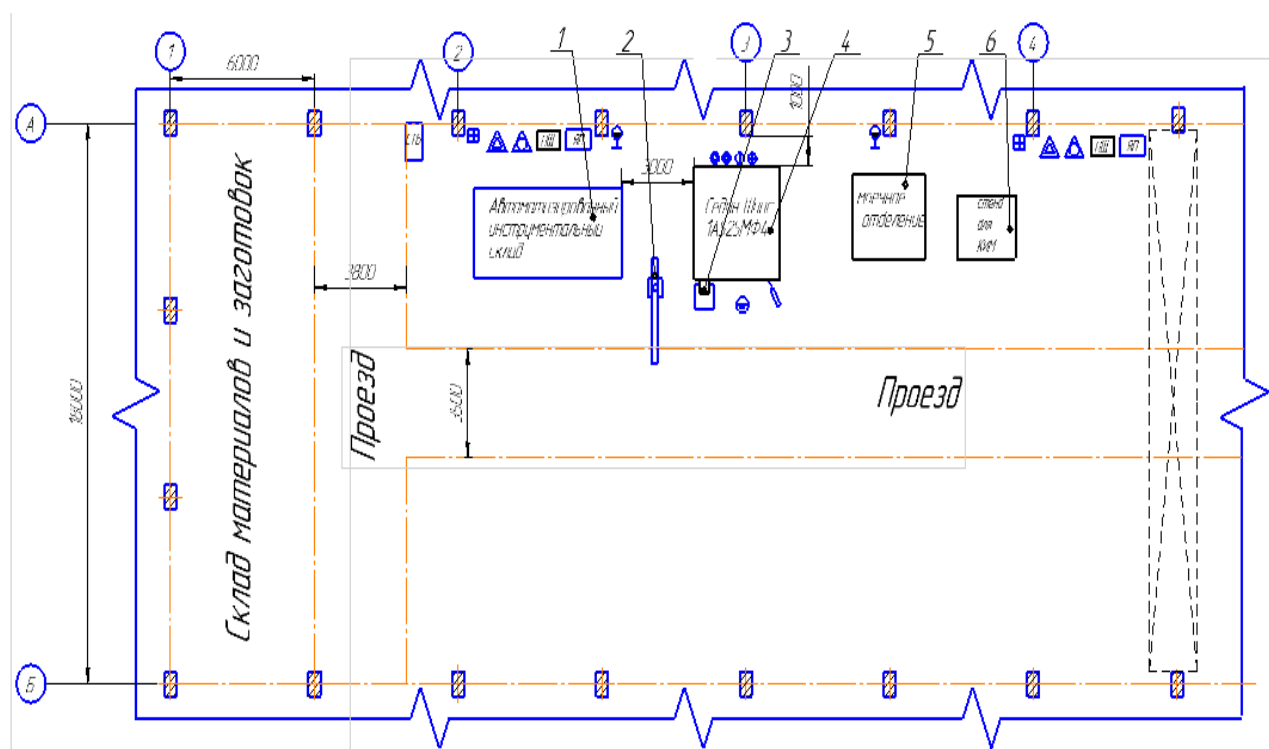


Рисунок 59 — Планировка участка механической обработки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

Лист

76



## 4.2 Мероприятия по охране труда

В современном быстроразвивающемся обществе главным критерием является безопасность. Это касается не только частной жизни, но и любой другой сферы деятельности человека будь то предприятие химическое, машиностроение, сфера образования, медицина и т.д.

Охрана труда(ОТ) –это специальная система, которая включает в себя целый комплекс мероприятий по сохранению жизни и здоровья человека, сохраняя его работоспособность и здоровье. Рассмотрим вредные факторы на участке механической обработки и их предотвращения.

Мероприятия по охране труда направлены на осуществление главной цели – сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и предусматривают решение следующих задач: устранение (снижение) профессиональных рисков, улучшение охраны и (или) условий труда; сокращение численности работников, занятых в опасных и (или) вредных условиях труда; обеспечение обучения, инструктажа и проверки знаний работников по охране труда. Перечень мероприятий по охране труда.

1. Реализация мер направленных на улучшение рабочих факторов.
2. Внедрение дистанционного и автоматизированного управления, регулирование технологических процессов.
3. Установка защитной сигнализации, которая будет оповещать о сбое в работе оборудования, систем аварийной остановки, спецсредств исключающих возможность возникновения несчастных случаев при остановке энергоснабжения
4. Защита элементов рабочего оборудования от потенциальных опасностей вроде летящих предметов, движущихся частей.
5. Модернизация защитных средств, либо покупка новых более современных.

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

6. Нанесение знаков безопасности, сигнальных цветов на оборудование, знаки контроля и управления.
7. Введение автоматизированных систем контроля за производственными факторами, вызывающими опасения.
8. Внедрение, модернизация технических устройств необходимых для защиты от тока.
9. Монтаж предохранительных приспособлений, защиты, сигнализации.
10. Автоматизация и механизация технологических операций, которые связаны с необходимостью выполнения операций с резервуарами, наполненными опасными производственными жидкостями.
11. Механизация работ, связанных со складированием, транспортировкой.
12. Механизация процессов наведения порядка в производственных помещениях (или уборка), обезвреживание отходов.
13. Модернизация оборудования (восстановления либо замена), технологических процессов для снижения влияния негативных факторов на людей.
14. Реконструкция завес, пылегазоулавливающих установок, систем отопления и вентиляции помещений для создания комфортного микроклимата в рабочих помещениях.
15. правильное освещение на рабочих местах.
16. Создание мест для организованного отдыха сотрудников в ходе рабочего дня.
17. Установка автоматов с питьевой водой

					15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

18. Обеспечение сотрудников средствами индивидуальной защиты, если они необходимы для решения рабочих задач, и условиями их хранения, средствами ухода.

19. Подготовка технической базы для осуществления мероприятий по охране труда (стенды, оборудование и т.д.)

20. Проведение инструктажей по ОТ.

21. Обучение работников правилам оказания первой медицинской помощи.

22. Проведение медицинских осмотров.

23. Контроль за техникой безопасности на производстве в установленном порядке.

24. Печать и распространение инструкций по охране труда.

Вывод. В данном разделе был спроектирован участок механической обработки детали «Крышка шиберной задвижки» с частичной автоматизацией. Рассмотрены и предложены мероприятия по ОТ.

										Лист
										79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ					

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе были приобретены теоретические знания по технологии машиностроения, получены практические навыки проектирования технологических процессов, навыки правильного выбора и использования оборудования, навык подбора современного режущего инструмента, расчет целесообразных режимов резания, расчет обоснованных норм времени, а также правильное составление и заполнение маршрутных, операционных карт и карт контроля.

					<i>15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1.Справочник технолога-машиностроителя: в 2т./под ред. А.Г. Косиловой , Р.К. Мещерякова ,—4-е изд., перераб. и доп.—М.: Машиностроение, 1985.656с., ил.

2.Косилова, А.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: справочник/ А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, М.А. Калинин.— М. :Машиностроение,1976.—288с.

3. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть I. Нормативы времени. — М.: Экономика, 1990. — 206 с.

4. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемые на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. — М.: Экономика, 1990. — 473 с.

5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: Справочник: В 2-х т. /А.Д. Локтев, И.Ф. Гущин, В.А. Батуев и др. — М.: Машиностроение. 1991.—640с.

6. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник.—7-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1979.—303с.

7. В.А. Горохов Проектирование и расчет приспособлений, Издательство «Высшая школа», 1986.—238с.

8.Станочные приспособления: Справ. Т.2 /Под ред. Б.Н.Вардашкина, В.В. Данилевского. - М.: Машиностроение, 1984. - 656 с.

9.Технологическая оснастка. Проектирование поводковых устройств/ М.Ф.Пашкевич, Г.Я.Беляев, Ж.А.Мрочек, В.М.Пашкевич. - Мн.: БГПА, 1999. 180с.

10. Онлайн калькулятор режимов резания [https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/calculators\\_and\\_software/apps\\_for\\_download/Pages/Machining-Calculator-App.aspx](https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/calculators_and_software/apps_for_download/Pages/Machining-Calculator-App.aspx)

11. Онлайн калькулятор <http://tekhnar.ru/chpu/calc.html>

										Лист
										81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ

12.Онлайн калькулятор

[http://www1.fips.ru/fips\\_serv1/fips\\_servlet?DB=RUPAT&rn=4301&DocNumber=2280529&TypeFile=html](http://www1.fips.ru/fips_serv1/fips_servlet?DB=RUPAT&rn=4301&DocNumber=2280529&TypeFile=html)

										Лист
										82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2018.750.00.00 ПЗ