

Факультет	<u>И</u> шифр	<u>Информационные и управляющие системы</u> наименование
Кафедра	<u>И2</u> шифр	<u>Инжиниринг и менеджмент качества</u> наименование
Дисциплина	Технологи роботизированного производства	

Разработка технологического процесса производства детали для станков с ЧПУ

Выполнил студент группы И8М31
Тарасов А. А

РУКОВОДИТЕЛЬ

Купцов П. В.

Фамилия И.О.

Подпись

Оценка

« » 2018 г.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой _____

подпись

Фамилия И.О.

З А Д А Н И Е

на курсовой проект по дисциплине Технология роботизированного производства

выполняемый в 1 семестре 2018 - 2019 уч. года

студенту Тарасову Арсению Александровичу

группы И8М31 факультета И – Информационных и управляющих систем

1 Тема проекта Разработка технологического процесса производства детали для станков с ЧПУ

2 Дата выдачи задания 10.09. 2018 г.

3 Сроки сдачи студентом оконченного проекта 15.11. 2018 г.

4 Техническое задание 24.09. 2018 г.

Исходная технико-экономическая информация к проекту

Разработать комплект технологической документации для технологического процесса

производства детали «Крышка». Чертёж детали представлен в качестве исходных данных.

Технологический процесс изготовления осуществляется на станке с ЧПУ.

5 Состав и объем проекта

5.1 Чертежи, схемы, диаграммы:

Операционный эскиз

Маршрутная и операционная карта

Ведомость оснастки

5.2 Программа расчетов на ЭВМ _____

5.3 Расчетно-пояснительная записка к проекту на 20 стр.

6 Календарный план выполнения курсового проекта

Этап	Краткое содержание	Срок выполнения	
		по плану	фактически
1	Анализ технологичности и выбор заготовки	25.09.2018	20.09.2018
2	Разработка маршрутного ТП изготовления	02.10.2018	02.10.2018
	детали «Крышка»		
3	Разработка операционных карт и расчёт	20.10.2018	20.10.2018
	режимов обработки		
4	Разработка технологических эскизов	15.11.2018	15.11.2018
	и оформление работы		

7 Дополнительные указания по проектированию _____

8 Отзыв руководителя _____

9 Общая оценка о работе студента _____

Студент _____ А. А. Тарасов
подпись

дата

Руководитель _____ П. В. Купцов
подпись

дата

Содержание текстовой части

Номер раздела	Наименование раздела	Лист
	Введение	3
1.	Анализ технологичности	4
2.	Обоснование выбора заготовки	6
3.	Разработка маршрутного технологического процесса	6
4.	Разработка операционного технологического процесса	9
4.1	Разработка операционной карты на операцию 005	9
4.2	Разработка операционной карты на операцию 010	9
4.3	Разработка операционной карты на операцию 015	15
4.4	Разработка операционной карты на операцию 020	18
4.5	Оставшиеся операции и общее время обработки детали	20
	Библиографический список	21
	Приложение 1. Маршрутная карта технологического процесса изготовления детали «Крышка»	
	Приложение 2. Операционные карты технологического процесса изготовления детали «Крышка»	
	Приложение 3. Карта эскизов технологического процесса изготовления детали «Крышка»	
	Приложение 4. Чертёж детали «Крышка»	

Графические материалы

Номер чертежа	Наименование чертежа	Лист
БГТУ-КР.И8М31.12.00КЭ	Карта эскизов технологического процесса изготовления детали «Крышка»	
БГТУ-КР.И8М31.12.01	Чертёж детали «Крышка»	

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

						БГТУ-КР.И8М31.12			
Изм.	Кол. уч.	Лист	Недок.	Подп.	Дата	Разработка технологического процесса изготовления детали «Крышка»	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Тарасов					КР	2	
Пров.		Купцов							
Н. контр.									
Утв.									
							БГТУ «ВОЕНТЕХ» им. Д.Ф. Устинова		

Введение

Производство любых деталей – трудоёмкий процесс, требующий длительного и подробного планирования и подготовки. Однако учитывать возможность изготовления любой детали, его технологичность, необходимо уже на этапе проектирования. В противном случае конструктор рискует столкнуться с принципиальной невыполнимостью своего замысла на практике, а предприятие – с серьёзными финансовыми и репутационными потерями.

Вместе с тем технологический процесс производства даже простых деталей требует огромного числа станков и агрегатов, зачастую выполняющих сходную работу. Решением подобной проблемы являются станки с ЧПУ, значительно облегчающие планирование производства, но по-прежнему требующие значительных затрат при смене инструмента, транспортировке заготовки от операции к операции и даже между переходами в рамках одной операции. В последние годы наиболее эффективным образом задачу изготовления деталей любой сложности решают обрабатывающие центры.

Под обрабатывающими центрами понимаются многооперационные станки с числовым программным управлением (ЧПУ), которые могут проводить комплексную механическую обработку трёхмерных заготовок при помощи различных инструментов. Обрабатывающие центры оснащаются инструментальными магазинами и устройствами для автоматической смены инструмента, что существенно повышает их производительность. Время изготовления деталей существенно снижается. Обрабатывающие центры, фактически, позволяют сделать огромный шаг в сторону автоматизации производства технических систем и организации полностью роботизированного производства.

Объектом данной работы является деталь «Крышка». Предметом работы является использование обрабатывающих центров в технологическом процессе изготовления данной детали. Цель работы – разработка комплекта технологической документации процесса производства детали «Крышка». В ходе достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

- Проанализировать технологичность предложенной детали и наметить пути реализации её конструкции.
- Составить маршрутную карту технологического процесса производства детали «Крышка».
- Рассчитать режимы обработки для основных операций.
- Составить операционные карты технологического процесса и карты эскизов.

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

БГТУ-КР.К431.11

Лист

3

1. Анализ технологичности

Технологичность конструкции определяется как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность конструкции детали зависит от рационального выбора материала. Выбор материала определяют многочисленные факторы: эксплуатационные требования, способ получения заготовки, обрабатываемость материала на операциях механической обработки, требования экономичности (использование дешевого и недефицитного материала).

Эксплуатационные требования определяют такие свойства материала, как механическая прочность, износостойкость, коррозионная стойкость, усталостная прочность, необходимость термообработки.

Для определения технологичности конструкции рассматриваемой детали Крышка необходимо рассмотреть её назначение. Деталь является одним из корпусных элементов гидравлического обратного клапана. Детали обратного клапана должны соответствовать требованиям по прочности, твёрдости, износостойкости и другим параметрам. Основные требования, предъявляемые к рассматриваемой детали в связи с её функциональным назначением, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные требования по механическим характеристикам, предъявляемые к материалу изготавливаемой крышки обратного клапана [1]

Предел текучести, σ_T МПа	280
Временное сопротивление, σ_B МПа	540
Относительное удлинение, δ_5 %	10
Относительное сужение, ψ %	15
Ударная вязкость, КСУ кДж/м ²	400
Твёрдость по Бриннелю, HB 10 ⁻¹	200
Модуль упругости, E * 10 ⁻⁵ при температуре от 0° до 100° C	1,8

В качестве материала для изготовления данной детали предложена Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Её основные характеристики, химический состав и механические свойства представлены в таблицах 2-4.

Таблица 2 – Характеристики и основные технологические свойства Стали 45 [2-3].

Марка	45
Заменитель	40X, 50, 50Г2
Классификация	Сталь конструкционная углеродистая качественная
Применение	вал-шестерни, коленчатые и распределительные

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

						БГТУ-КР.К431.11	Лист
							4
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		

	валы, шестерни, шпиндели, бандажы, цилиндры, кулачки и другие нормализованные, улучшаемые и подвергаемые поверхностной термообработке детали, от которых требуется повышенная прочность
Свариваемость	трудносвариваемая.
Флокеночувствительность	малочувствительна
Склонность к отпускной хрупкости	не склонна

Таблица 3 – Химический состав Стали 45, % [2-3].

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.42- 0.5	0.17- 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Таблица 4 – Механические свойства Стали 45 при $T = 20^{\circ}C$ для круглого сортового проката [2-3].

Предел текучести, σ_T МПа	355
Временное сопротивление, σ_B МПа	600
Относительное удлинение, δ_5 %	16
Относительное сужение, ψ %	40
Ударная вязкость, КСУ кДж/м ²	460
Твёрдость по Бриннелю, HB 10 ⁻¹	229
Модуль упругости, $E \cdot 10^5$ при температуре от 0° до 100° C	2 – 2,01

Рассмотрение характеристик материала и сравнение их с требованиями к детали позволяют сделать вывод о конструктивной пригодности Стали 45 для изготовления детали Крышка.

Конструкция детали практически не вызывает сложностей с точки зрения технологичности. Некоторые затруднения вызывает технологическая реализация внешней резьбы на короткой длине 11.5 мм. Применение многокоординатного обрабатывающего центра позволит решить задачу наилучшим образом.

Таким образом, конструкция изготавливаемой детали технологически реализуема. В качестве основного оборудования выбирается токарно-фрезерный обрабатывающий центр Okuma Macturn 250-W.

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	Нодок	Подп.	Дата

БГТУ-КР.К431.11

Лист

5

2. Обоснование выбора заготовки

Конструктивный вид изготавливаемой детали предполагает осесимметричную заготовку. Проанализировав размеры и форму детали, можно сделать вывод: наиболее рациональным видом заготовки является круглый сортовой прокат.

Предварительно приняв размеры припуска на обработку наибольшего диаметра (резьба М56) в 4 мм, выбираем заготовку в виде круглого сортового проката диаметром 60 мм, согласно ГОСТ 2590-88 [4].

3. Разработка маршрутного технологического процесса.

Операция 005 – заготовительная.

Заготовка из круглого сортового проката поставляется на предприятие-изготовитель в виде брусков длины 2 метра. Учитывая размеры готовой детали и предварительно принимаемый припуск на обработку торцев, необходимо выполнить отрезку бруска проката до длины 17 мм (припуск предварительно принимается по 2,5 мм на каждый торец).

Для резки был выбран автоматический ленточнопильный станок BS 350/60 AFI-E [5]. Данные станки способны выполнять широкий спектр задач и работать на множестве различных материалов. Основные характеристики станка представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные характеристики автоматического ленточнопильного станка BS 350/60 AFI-E [5].

Технические характеристики S 350/60 AFI-E, BS 350/60 AFI-E/ESC:	
Угол поворота пилы в автоматическом режиме	от 0° до 45° влево
Угол поворота пилы в полуавтоматическом режиме	от 0° до 60° влево
Диаметр заготовки круглой формы при 0°	255 мм
Сторона заготовки квадратной формы при 0°	230 мм
Размеры заготовки прямоугольной формы при 0°	300x180 мм
Скорость пилы	35/70 об./мин 18...110 об./мин
Размеры пилы	2765x27x0,9 мм
Мощность	1,5 кВт
Напряжение сети	380 В
Масса BS 350/60 AFI-E	630 кг

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

						БГТУ-КР.К431.11	Лист
							6
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		

Операция 010 – токарно-сверлильная

Данная операция, как и последующие две, выполняется на горизонтальном многофункциональном токарно-фрезерном пятикоординатном обрабатывающем центре Okuma Macturn 250-W. Ниже в представлены основные характеристики данного станка.

Таблица 6. Основные характеристики многофункциональных токарно-фрезерных пятикоординатных обрабатывающих центров Okuma Macturn 250-W и Okuma Macturn 250 [6].

Наименование	Ед. изм	MACTURN250		MACTURN250-W
		Т	С×1000	× 1000
Рабочие характеристики				
Максимальный диаметр заготовки над суппортом	мм	Ø 530		
Максимальный обрабатываемый диаметр	мм	Ø 550		
Максимальная обрабатываемая длина	мм	-	1000	
Перемещения по осям				
Перемещение по оси X	мм	X верхняя:475 /X нижняя:160		
Перемещение по оси Z	мм	Z верхняя:1170/ Z нижняя 1155		
Перемещение по оси Y	мм	160 (+80...-80)/-		
Диапазон угловых положений, занимаемых главным шпинделем, ось С	град.	360° (дискр. 0,001°)		
Диапазон угловых положений поворотной токарно-фрезерной головки, ось В	град.	210° (дискр. 1°)		
Шпиндель				
Диапазон частоты вращения главного шпинделя	об/мин	38-5000		
Типоразмер присоединительного конца главного шпинделя	тип	JIS A2-6		
Противошпиндель				
Диапазон частоты вращения главного шпинделя	об/мин	-	6000	
Типоразмер присоединительного конца главного шпинделя	тип	-	Ø140	
Инструментальные головки				
Верхняя/нижняя	тип	H1 ATC/V12 VDI40		
Присоединительные размеры под установку режущего инструмента: <ul style="list-style-type: none">сечение державки резцадиаметр борштанги	мм мм	25×25 Ø 40		
Диапазон частоты вращения М-шпинделя (бесступенчатое регулирование)	об/мин	200 - 6000		

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

БГТУ-КР.К431.11

Лист

7

Подачи				
Величина рабочей подачи	мм/об	0,001-1000		
Быстрые перемещения по оси X,Z,Y, B,C.	м/мин мин-1	X:30;Z:40Y:26; B:30;C:200	X:30;Z:40;Y:26; B:30;C1/C2:200	
Задняя бабка				
Размер заднего центра	тип	-	MT №5	-
Диаметр пиноли	мм	-	Ø90	-
Перемещение пиноли	мм	-	150	-
Инструментальный магазин				
Типоразмер присоединительного конуса инструментальной оправки	тип	HSK A63, CAPTO C6, KM63		
Мощность				
Мощность главного шпиндель-мотора	кВт	22/15 (20мин./пост.)		
Мощность протившпинделя	кВт	-	7.5/5. 5	
Мощность мотора привода М-шпинделя	кВт	11/7.5/5.5(3 мин./20 мин/пост.)		
Габариты станка				
• высота	мм	2900		
• площадь, занимаемая станком	мм	3770×2540		
Масса станка (без инструментального магазина)	кг	11500	12500	
Система ЧПУ				
Система ЧПУ	тип	OKUMA OSP-P200L		

Выполняется при закреплении заготовки в шпинделе обрабатывающего центра правой частью. В ходе данной операции осуществляется токарная обработка правого торца заготовки, черновая и чистовая обработка наибольшего диаметра детали (56 мм под резьбу) с последующим высверливанием отверстия 10,8 мм на оси заготовки. Кроме того, осуществляется токарная обработка внутренних диаметров 16 и 50 мм (черновая и чистовая).

Операция 015 – токарно-сверлильная

Выполняется при перезакреплении заготовки в центре протившпинделя обрабатывающего центра левой частью. В ходе данной операции выполняется обработка левого торца заготовки с последующим нарезанием наружной резьбы М56. Кроме того, выполняется сверление двух отверстий 5 мм в левом торце.

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

						БГТУ-КР.К431.11	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		8

Операция 020 – токарная

Осуществляется закрепление заготовки за левый торец. В ходе данной операции в несколько ходов инструмента осуществляется точение внутренних канавок диаметром 52 мм и шириной 1,5 мм, а также вытачивание резьбовой канавки на внешнем диаметре – диаметр канавки 54 мм, ширина – 2 мм.

По результатам разработки был создан маршрутный технологический процесс (см. Приложение 1 – Маршрутная карта технологического процесса изготовления детали «Крышка»).

Операция 025 – моечная

Данная операция выполняется моечной машиной Мини Сивер [7]. В ходе операции происходит полная загрузка партии деталей в моечную машину и последующая промывка с целью удаления жировых и грязевых налётов.

Операция 030 – контрольная

4. Разработка операционного технологического процесса

4.1. Разработка операционной карты на операцию 005

Рассмотрим операцию №010 – заготовительную – более подробно в рамках разработки операционного технологического процесса. Как было отмечено выше, в ходе данной операции выполняется отрезка заготовки от прутка стального проката.

Операция включает следующие действия:

- установка стального прутка в подающее устройство ленточнопильного станка и его закрепление;
- отрезка заготовки длиной 17 мм.

Каждому из описанных действий соответствует один переход операции. Примем полное время операции с учётом установки 1 минуту.

4.2. Разработка операционной карты на операцию 010

Рассмотрим операцию №010 – токарно-сверлильную – более подробно в рамках разработки операционного технологического процесса. Как было отмечено выше, в ходе данной операции выполняются следующие действия:

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

						БГТУ-КР.К431.11	Лист
							9
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		

- осуществляется установка заготовки левым торцем в основной шпиндель обрабатывающего центра Okuma Macturn 250-W.
- подрезается правый торец заготовки;
- осуществляется черновая обработка диаметра 56 мм под резьбу на полной длине заготовки;
- высверливается отверстие 10,8 мм на оси заготовки;
- растачивается полученное в ходе выполнения предыдущего перехода операции отверстие диаметром 10,8 мм, а именно: растачивание диаметра 16 мм в два прохода на всю длину отверстия, растачивание диаметра 50 мм на длину 8 мм в два прохода с последующей чистовой обработкой.

Каждому из описанных действий соответствует переход операции. Далее осуществим выбор оснастки обрабатывающего центра Macturn в виде режущих пластин и державок. Выбор производится из каталога Corokey продукции фирмы Sandvik [8]. Поскольку операция включает в себя только токарную обработку заготовки, выбор пластин и державок осуществляется из раздела «Точение» данного каталога.

Материал заготовки – Сталь 45 ГОСТ 1050-88, марка материала по классификации ISO – P, стали.

Подрезание правого торца

Данный переход характеризуется большой глубиной резания и низкой подачей. Возможна обработка за один ход инструмента. Выбираем вид обработки – получистовая. Согласно рекомендациям справочника Corokey выбираем режущую пластину:

CNMG 12 04 12-PM/ GC 4225 [8, с. 26-27]

Она обладает длиной 12 мм, радиусом при вершине $r_\epsilon = 1.2$ мм и глубиной резания 3 мм.

Рассчитаем режимы обработки для данного перехода.

Подача $f_n = 0.35$ мм/оборот, скорость резания $V_C = 325$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * d_3) = 325000 / 188,4 = 1725 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.35 * 1714 = 603 \text{ мм/мин}$$

Путь резания равен $L = d_3 / 2 + 3 = 60 / 2 + 3 = 33$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 33 / 603 = 0,055 \approx 0,1 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 * T_O = 0,005 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = T_O + T_B \approx 0,11 \text{ мин}$$

Обработка диаметра 56 мм на всю длину заготовки

Наиболее целесообразным представляется проводить данный переход в два хода: черновая и чистовая обработка. При черновой обработке удаляется

Взам. Инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						БГТУ-КР.К431.11	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата		10

материал толщиной 1.8 мм, при чистовой 0.4 мм. Для черновой обработки согласно рекомендациям справочника Corokey выбираем режущую пластину:

CNMG 12 04 12-PR/ GC 4225 [8, с. 28-29]

Она обладает длиной 12 мм, радиусом при вершине $r_e = 1.2$ мм и глубиной резания 4 мм.

Рассчитаем режимы обработки для данного перехода.

Подача $f_n = 0.4$ мм/оборот, скорость резания $V_C = 305$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * d_3) = 305000 / 188,4 = 1619 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.4 * 1619 = 647,6 \text{ мм/мин}$$

Путь резания равен $L = 14,5 + 2 = 16,5$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 16,5 / 647,6 = 0,03 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 * T_O = 0,002 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = T_O + T_B \approx 0,032 \text{ мин}$$

Для чистовой обработки согласно рекомендациям справочника Corokey выбираем режущую пластину:

CNMG 12 04 12-PF/ GC 4215 [8, с. 24-25]

Она обладает длиной 12 мм, радиусом при вершине $r_e = 1.2$ мм и глубиной резания 0.8 мм.

Рассчитаем режимы обработки для данного перехода.

Подача $f_n = 0.25$ мм/оборот, скорость резания $V_C = 445$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * d_3) = 445000 / 179 = 2486 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.25 * 2486 = 621,5 \text{ мм/мин}$$

Путь резания равен $L = 14,5 + 2 = 16,5$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 16,5 / 621,5 = 0,03 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 * T_O = 0,002 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = T_O + T_B \approx 0,032 \text{ мин}$$

Для описанных переходов токарной обработки внешних поверхностей согласно рекомендации каталога Corokey выбираем державку прямоугольного сечения. Код инструмента: DCLNR/L 2020K12 [8, с. 58].

Характеристики державок данного типа, а также их чертёж представлены в таблице 7 и рисунке 1 соответственно [8, с. 58].

Державка рассчитана на работу с пластиной режущей длины 12 мм.

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	


Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

БГТУ-КР.К431.11

Лист

11

Таблица 7 – Характеристики державок под выбранные пластины

Пластина	Код инструмента	Размеры, мм								
		h	h_1	b	l_1	l_3	f_1	h_{5r}	$r_e^{1)}$	
 C	09	DCLNR/L 1616H09	16	16	16	100	24.8	20	–	0.8
		2020K09	20	20	20	125	24.8	25	–	0.8
		2525M09	25	25	25	150	24.8	32	–	0.8
	12	DCLNR/L 1616H12	16	16	16	100	32.2	20	4.5	0.8
		2020K12	20	20	20	125	32.0	25	–	0.8
		2525M12	25	25	25	150	32.0	32	–	0.8
		3225P12	32	32	25	170	32.0	32	–	0.8
	16	DCLNR/L 2525M16	25	25	25	150	39.0	32	–	1.2
		3225P16	32	32	25	170	39.0	32	–	1.2
	19	DCLNR/L 2525M19	25	25	25	150	43.7	32	1.0	1.2
		3225P19	25	32	25	170	43.2	32	–	1.2
		3232P19	32	32	32	170	43.4	40	–	

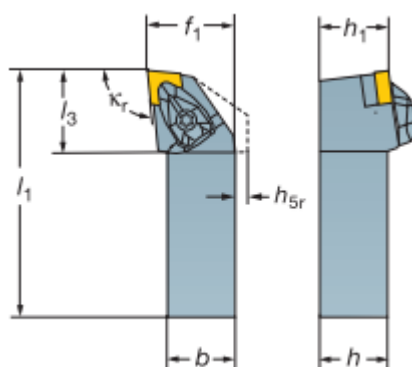


Рисунок 1 – Державка DCLNR/L 2020K12

Сверление сквозного отверстия

В рамках данного технологического перехода необходимо провести процесс высверливания отверстия на оси заготовки. Диаметр высверливаемого отверстия составляет 10,8 мм. Сверление осуществляется на всю длину заготовки – 14,5 мм.

Для реализации данного перехода, учитывая материал заготовки и рекомендации справочника CoroKey, выбираем цельное сверло из сплава N20D CoroDrill Delta C – R850-1080-10-A1A диаметром 9 мм, максимальной глубиной сверления 34 мм и внутренним подводом СОЖ [8, с. 190]. Характеристики свёрел данного типа, а также их чертёж представлены в таблице 8 и рисунке 2 соответственно.

Таблица 8 – Характеристики сверла R850-1080-10-A1A

D_C мм	dm_m	Код инструмента	GC1220 0 ¹⁾ 1 ²⁾		$2 - 3 \times D_C$			$4 - 5 \times D_C$			$6 - 7 \times D_C$		
					l_2	l_4	l_6	l_2	l_4	l_6	l_2	l_4	l_6
10.30	12.0	R840-1030-x0-AyA	☆	★	102	34	55	118	50	71	140	76	91
10.32	12.0	1032-x0-AyA	—	★	102	34	55	118	50	71	140	76	91
10.40	12.0	1040-x0-AyA	☆	★	102	34	55	118	50	71	140	76	91
10.50	12.0	1050-x0-AyA	☆	★	102	34	55	118	50	71	140	76	91
10.60	12.0	1060-x0-AyA	☆	★	102	34	55	118	50	71	140	76	91
10.70	12.0	1070-x0-AyA	☆	★	102	34	55	118	50	71	140	76	91
10.71	12.0	1071-x0-AyA	—	★	102	34	55	118	50	71	140	76	91
10.80	12.0	1080-x0-AyA	☆	★	102	34	55	118	50	71	140	76	91

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата
------	--------	------	------	-------	------

БГТУ-КР.К431.11

Лист

12

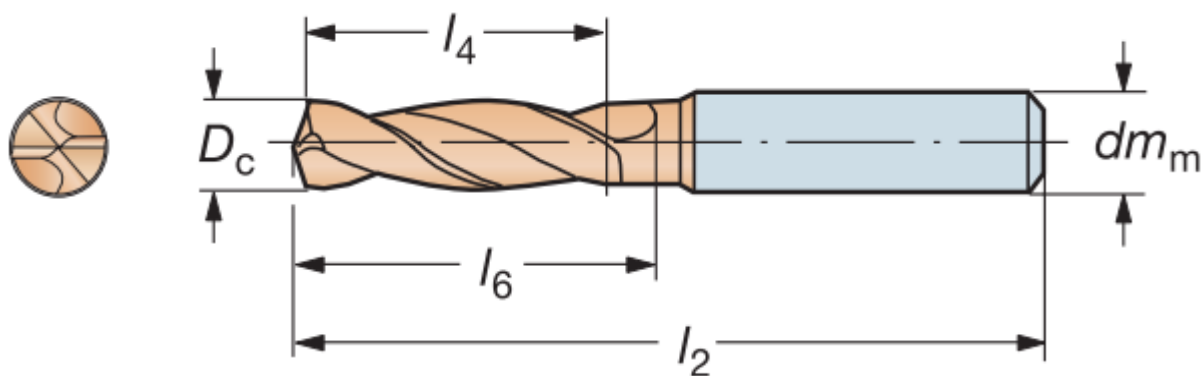


Рисунок 2 – Конструкция сверла R850-0900-10-A1A

Режимы резания:

Подача на оборот $f_n = 0.2$ мм/об, скорость резания $V_C = 150$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * D_C) = 150000 / 28,26 = 5308 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.2 * 5308 = 1062 \text{ мм/мин}$$

Глубина резания равна $L = 14,5 + 2 = 16,2$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 16,2 / 1062 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 * T_O = 0,001 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = T_O + T_B \approx 0,021 \text{ мин}$$

Для закрепления сверла используем патрон SynchroFlex CoroChuck 970 ER 20 предназначенных для работы на станках с ЧПУ [9].

Обработка внутреннего диаметра 16 мм на всю длину заготовки

Наиболее целесообразным представляется проводить данный переход в два хода: черновая и чистовая обработка. При черновой обработке удаляется материал толщиной 2 мм, при чистовой 0,6 мм.

Сперва рассчитаем черновое точение данного отверстия. Согласно рекомендациям справочника Corokey выбираем режущую пластину:

CNMG 12 04 12-PR/ GC 4225 [8, с. 28-29]

Она обладает длиной 12 мм, радиусом при вершине $r_\epsilon = 1.2$ мм и глубиной резания 4 мм.

Рассчитаем режимы обработки для данного перехода.

Подача $f_n = 0.4$ мм/оборот, скорость резания $V_C = 305$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * d_s) = 305000 / 50,24 = 6071 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.4 * 6071 = 2428 \text{ мм/мин}$$

Путь резания равен $L = 14,5 + 2 = 16,5$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 16,5 / 2428 = 0,01 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 * T_O = 0,005 \text{ мин}$$

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

БГТУ-КР.К431.11

Лист

13

Общее время обработки:

$$T = T_O + T_B \approx 0,015 \text{ мин}$$

Для чистовой обработки согласно рекомендациям справочника Corokey выбираем режущую пластину:

CNMG 12 04 12-PF/ GC 4215 [8, с. 24-25]

Она обладает длиной 12 мм, радиусом при вершине $r_\epsilon = 1.2$ мм и глубиной резания 0,8 мм.

Рассчитаем режимы обработки для данного перехода.

Подача $f_n = 0.25$ мм/оборот, скорость резания $V_C = 445$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * d_3) = 445000 / 50,24 = 8857,5 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.25 * 2362 = 2214,3 \text{ мм/мин}$$

Путь резания равен $L = 14,5 + 2 = 16,5$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 16,5 / 2214,3 = 0,01 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 * T_O = 0,005 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = T_O + T_B \approx 0,015 \text{ мин}$$

Обработка внутреннего диаметра 50 мм на длину 8 мм

В ходе данного перехода реализуется черновая обработка диаметра (в три хода со снятием 5,5 мм металла) и чистовая обработка в один ход со снятием 0,5 мм металла. Рассмотрим сначала черновое растачивание диаметра 50 мм (3 хода инструмента). Согласно рекомендациям справочника Corokey выбираем режущую пластину:

SNMM 15 06 12-PR/ GC 4225 [8, с. 31]

Она обладает длиной 12 мм, радиусом при вершине $r_\epsilon = 1.2$ мм и глубиной резания 6 мм.

Рассчитаем режимы обработки для данного перехода.

Подача $f_n = 0.4$ мм/оборот, скорость резания $V_C = 275$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * d_3) = 275000 / 157 = 1751,6 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.4 * 1751,6 = 700,6 \text{ мм/мин}$$

Путь резания равен $L = 8 + 2 = 10$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 10 / 700,6 = 0,015 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 * T_O = 0,001 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = 3 * (T_O + T_B) \approx 0,048 \text{ мин}$$

Для чистовой обработки согласно рекомендациям справочника Corokey выбираем режущую пластину:

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	Нодок	Подп.	Дата

БГТУ-КР.К431.11

Лист

14

CNMG 12 04 12-PF/ GC 4215 [8, с. 24-25]

Она обладает длиной 12 мм, радиусом при вершине $r_\epsilon = 1.2$ мм и глубиной резания 0,8 мм.

Рассчитаем режимы обработки для данного перехода.

Подача $f_n = 0.25$ мм/оборот, скорость резания $V_C = 445$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * d_3) = 445000 / 157 = 2835 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.25 * 2362 = 708,75 \text{ мм/мин}$$

Путь резания равен $L = 8 + 2 = 10$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 10 / 708,75 = 0,014 \text{ мин}$$


$$T_B = 0,05 * T_O = 0,001 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = T_O + T_B \approx 0,015 \text{ мин}$$

Для описанных переходов токарной обработки внутренних поверхностей согласно рекомендации каталога Corokey выбираем державку прямоугольного сечения A25T-DCLNR/L12 [8, с. 64]. Характеристики державок данного типа, а также их чертёж представлены в таблице 9 и рисунке 3 соответственно [8, с. 64].

Таблица 8 – Характеристики державок под выбранные режущие пластины

Пластина	Код инструмента	Размеры, мм						
		dm_m	$D_{m \min}$	f_1	h	l_1	l_3	$r_\epsilon^{1)}$
 09 12 C	A25T- DCLNR/L09	25	32	17	23	300	31	0.8
	A25T- DCLNR/L12	25	32	17	23	300	31	0.8
	A32T- DCLNR/L12	32	40	22	30	300	30	0.8
	A40T- DCLNR/L12	40	50	27	37	300	32	0.8

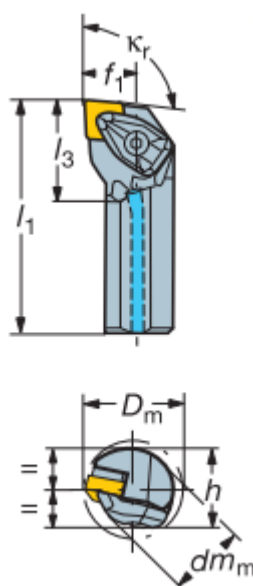


Рисунок 3 – Державка A25T-DCLNR/L12

Взам. Инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	Нодок	Подп.	Дата

16

Сверление сквозного отверстия

В рамках данного технологического перехода необходимо провести процесс высверливания сквозных отверстий на левом торце. Диаметр высверливаемого отверстия составляет 5 мм. Сверление осуществляется на длине заготовки 1,5 мм.

Для реализации данного перехода, учитывая материал заготовки и рекомендации справочника CoroKey, выбираем цельное сверло из сплава N20D CoroDrill Delta C – R840-0500-10-A1A диаметром 5 мм, максимальной глубиной сверления 18 мм и внутренним подводом СОЖ [8, с. 183]. Характеристики свёрел данного типа, а также их чертёж представлены в таблице 9 и рисунке 2 соответственно.

Таблица 9 – Характеристики сверла R840-0500-10-A1A

D_c мм	dm_m	Код инструмента	GC1220		2 - 3 x D_c			4 - 5 x D_c			6 - 7 x D_c		
			0 ¹⁾	1 ²⁾	l_2	l_4	l_6	l_2	l_4	l_6	l_2	l_4	l_6
5.00	6.0	R840-0500-x0-AyA	☆	★	66	18	28	82	35	44	93	42	50

Режимы резания:

Подача на оборот $f_n = 0.2$ мм/об, скорость резания $V_C = 150$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * D_C) = 150000 / 15,7 = 9554 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.2 * 9554 = 1911 \text{ мм/мин}$$

Глубина резания равна $L = 1,5 + 2 = 3,5$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 3,5 / 1911 = 0,002 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 * T_O = 0,001 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = T_O + T_B \approx 0,003 \text{ мин}$$

Для закрепления сверла используем патрон SynchroFlex CoroChuck 970 ER 20 предназначенных для работы на станках с ЧПУ [9].

Нарезание внешней резьбы

В рамках данного перехода необходимо нарезать внешнюю метрическую резьбу M56 на всей длине заготовки с шагом 1,5 мм. Для этого используем пластины для нарезания резьбы CoroThread 266 с универсальной геометрией, представленные в соответствующем разделе справочника Corokey [8, с. 133].

Резьба должна быть нарезана на глубину 1,5 мм. В данном разделе по рекомендации справочника выбираем режущую пластину для нарезания внешней резьбы:

CoroThread 266R16MM01A150 с глубиной резания 0,9 мм и шестью проходами инструмента [8, с. 134].

Рассчитаем режимы обработки для данного перехода.

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	Нодок	Подп.	Дата

БГТУ-КР.К431.11

Лист

17

Подача $f_n = 0.25$ мм/оборот, скорость резания $V_C = 305$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 \cdot V_C) / (\pi \cdot d_3) = 305000 / 176 = 1733 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n \cdot n = 0.25 \cdot 1733 = 433.25 \text{ мм/мин}$$

Путь резания равен $L = 11.6 + 2 = 13.6$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 13.6 / 433.25 = 0,031 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 \cdot T_O = 0,002 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = 6 \cdot (T_O + T_B) \approx 0,198 \text{ мин}$$

Аналогично операции 010, для данной операции на переходах токарной обработки согласно рекомендации каталога Corokey выбираем державку прямоугольного сечения DCLNR/L 2020K12 [8, с. 58]. Характеристики державок данного типа, а также их чертёж представлены в таблице 7 и рисунке 1 соответственно в п. 4.2.

Суммарное время выполнения данной операции составляет 0,861 мин (с учётом закрепления заготовки в основном шпинделе).

4.4. Разработка операционной карты на операцию 020

Рассмотрим операцию №020 – токарную – более подробно в рамках разработки операционного технологического процесса. В ходе данной операции выполняются следующие действия:

- осуществляется установка заготовки левым торцом в основной шпиндель обрабатывающего центра Okuma Macturn 350W посредством центров.
- осуществляется обработка внутренних канавок диаметром 52 мм и шириной 1,5 мм;
- осуществляется обработка внешней резьбовой канавки диаметром 54 мм и шириной 2 мм.

Каждому из описанных действий соответствует переход операции. Далее осуществим выбор оснастки обрабатывающего центра Macturn в виде режущих пластин и державок. Выбор производится из каталога Corokey продукции фирмы Sandvik [8]. Материал заготовки – Сталь 45 ГОСТ 1050-88, марка материала по классификации ISO – P, стали.

Обработка внутренних канавок диаметром 52 мм и шириной 1,5 мм

Для данной операции необходимо использование специального инструмента, предназначенного для обработки канавок. Для этого используем

Взам. Инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						БГТУ-КР.К431.11	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		18

раздел справочника Sorokey «Обработка канавок – Обработка внутренних канавок» [8, с. 114].

В данном разделе по рекомендации справочника выбираем режущую пластину для обработки внутренних канавок:

N151.3-265-25-4G/ GC1125 [8, с. 131]

Рассчитаем режимы обработки для данного перехода.

Подача $f_n = 0.07$ мм/оборот, скорость резания $V_C = 140$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * d_3) = 140000 / 163,3 = 857,3 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.07 * 857,3 = 60 \text{ мм/мин}$$

Путь резания равен $L = 1,5$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 1,5 / 60 = 0,025 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 * T_O = 0,001 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = 2 * (T_O + T_B) \approx 0,052 \text{ мин}$$

Обработка внешней канавки диаметром 54 мм и шириной 2 мм

Для данной операции необходимо использование специального инструмента, предназначенного для обработки канавок. Для этого используем раздел справочника Sorokey «Обработка канавок – Обработка внутренних канавок» [8, с. 114].

В данном разделе по рекомендации справочника выбираем режущую пластину для обработки внутренних канавок:

N123G2-0300-0002-GF/ GC1125 [8, с. 114]

Рассчитаем режимы обработки для данного перехода.

Подача $f_n = 0.09$ мм/оборот, скорость резания $V_C = 140$ м/мин.

Скорость резания в оборотах в минуту:

$$n = (1000 * V_C) / (\pi * d_3) = 140000 / 169,6 = 825,5 \text{ об/мин}$$

Минутная подача:

$$f = f_n * n = 0.09 * 825,5 = 74,3 \text{ мм/мин}$$

Путь резания равен $L = 2$ мм.

Соответственно, время обработки:

$$T_O = L / f = 2 / 74,3 = 0,03 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,05 * T_O = 0,001 \text{ мин}$$

Общее время обработки:

$$T = T_O + T_B \approx 0,031 \text{ мин}$$


Для описанных переходов токарной обработки внутренних поверхностей согласно рекомендации каталога Sorokey выбираем державку:

R/LAG151.32-25R-25 [8, с. 131]. Характеристики державок данного типа, а также их чертёж представлены в таблице 9 и рисунке 3 соответственно [8, с. 131].

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

						БГТУ-КР.К431.11	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		19

Таблица 10 – Характеристики выбранной державки

D_m min	a_r max для державки	Размер гнезда ¹⁾	Код инструмента	dm_m	h	h_1	f_1	l_1	l_3	d_{ch}	Эталонная пластина	 HM
12	2	20	R/LAG151.32-16M12-20 ²⁾	16	-	-	10	150	20	6	N151.3-200-20-4G	8IP 2.5
20	3.5		R/LAG151.32-16M-20	16	-	-	11.5	150	24	6	N151.3-200-20-4G	15IP 2.5
25	4.5		R/LAG151.32-20Q-20	20	-	-	14.5	180	30	6	N151.3-200-20-4G	
15	4	25	R/LAG151.32-16M15-25 ²⁾	16	-	-	12	150	20	6	N151.3-300-25-4G	8IP 2.5
20	3.5		R/LAG151.32-16M-25	16	-	-	11.6	150	24.2	6	N151.3-265-25-4G	15IP 3
25	4.6		R/LAG151.32-20Q-25	20	-	-	14.6	180	30	6	N151.3-265-25-4G	
32	6.1		R/LAG151.32-25R-25	25	-	-	18.6	200	32.2	8.5	N151.3-265-25-4G	
40	7.1		R/LAG151.32-32S-25 ³⁾	32	30	15	23.1	250	36.3	8.5	N151.3-265-25-4G	

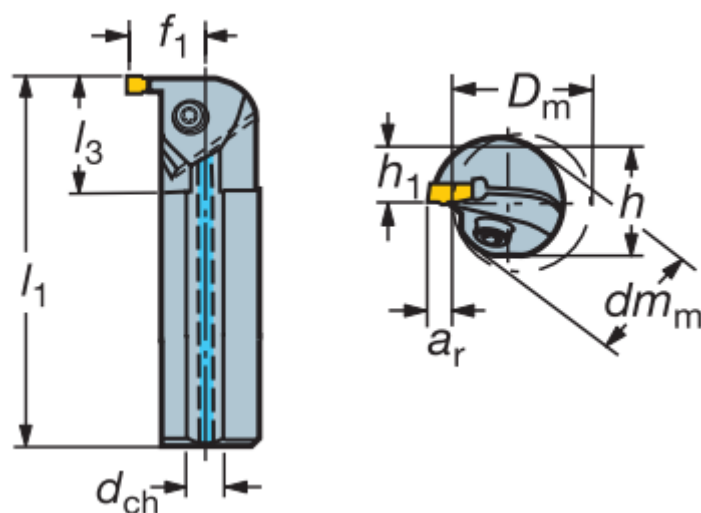


Рисунок 4 – Державка R/LAG151.32-25R-25

Суммарный размер диаметра D_m и вылета a_r равен 38,1 мм, что меньше величины внутреннего диаметра 50, полученного на предыдущем шаге обработки.

Сам вылет пластины a_r , равный 6,1 мм, что обеспечивает возможность создания канавки с необходимой толщиной снимаемого металла 2 мм.

Суммарное время выполнения данной операции составляет 0,583 мин (с учётом закрепления заготовки в основном шпинделе).

4.5. Оставшиеся операции и общее время обработки детали

Время работы моечной машины Мини Сивер [7] принимается равным 5 минут, с учётом транспортировки на моечную операцию и последующей доставки на стол контролёра время оставшихся операций составит 6,5 минут.

Таким образом, полное время технологического процесса детали «Крышка» составит:

$T = T_{005} + T_{010} + T_{015} + T_{020} + T_{025} = 1 + 0.788 + 0.861 + 0.583 + 6.5 = 9.732$ минуты.

Взам. Инв.№	
Подпись и дата	
Инв.№ подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

Библиографический список

1. Тягунов Ф.Ф. - Напорные гидравлические клапаны непрямого действия. - М., 2004 – 69 с.
2. Марочник стали и сплавов // [Электронный ресурс] URL: http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=87 (Дата обращения: 12.11.2018)
3. ГОСТ 1050-88 // [Электронный ресурс] URL: http://www.gost-svarka.ru/gost_stali/gost_1050-88.htm (Дата обращения: 12.11.2018)
4. ГОСТ 2590-88 // [Электронный ресурс] URL: <http://vsegost.com/Catalog/28/28657.shtml> (Дата обращения: 12.11.2018)
5. Официальный сайт компании ДВТ-Санкт-Петербург // [Электронный ресурс] URL: http://dvt-spb.ru/catalog/mokpo/lentochnopil/lent_imet_avt/bs_350_60_afi-e/ (Дата обращения: 12.11.2018)
6. Официальный сайт компании Pumori North-West – промышленное оборудование для металлообработки, многофункциональные обрабатывающие центры серии Okuma Macturn // [Электронный ресурс] URL: http://pumorinw.ru/produkcija/metallorazhuvayee_oborudovanie/mnogofunkcionalnye_stanki/5ti_koordinatnye_tokarnofrezernye_obrabatyvayuyemie_centry/seriya_stankov_macturn/#tabs-2 (Дата обращения: 12.11.2018)
7. Официальный сайт компании Сивер – Распылительные моечные машины // [Электронный ресурс] URL: <http://ceever.ru/mochnaya-mashina-raspylitelnaya-mini-siver> (Дата обращения: 12.11.2018)
8. Каталог Sandvik Coromant Corokey 2010 // [Электронный ресурс] URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx> (Дата обращения: 12.11.2018)
9. Каталог Обработка отверстий – Sandvik Coromant 2014 // [Электронный ресурс] URL: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx> (Дата обращения: 12.11.2018)
10. ГОСТ 24705-2004 // [Электронный ресурс] URL: http://standartgost.ru/g/ГОСТ_24705-2004 (Дата обращения: 12.11.2018)
11. Официальный сайт компании Sandvik Coromant // [Электронный ресурс] URL: <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/knowledge/tooling-systems/Machine-and-tooling-systems-considerations/chuck-selection/corochuck-970-with-synchroflex> (Дата обращения: 12.11.2018)

Взам. Инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	Подп.	Дата	

БГТУ-КР.К431.11

Лист

21

[illegible]

Крышка

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)

На технологический процесс изготовления детали «Крышка»

01.12.2018

Приложение 1. Маршрутная карта технологического процесса изготовления детали «Крышка»

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата											
БГТУ Военмех				Маршрутная карта															
														Литера		КП			
Материал						Код единицы величины	Масса детали	Заготовка				Ед. нормирования	Норма расхода	Кодиф. материала					
наименование, марка				код				Код и вид		профиль и размеры					код дет.		Масса		
Сталь 45 ГОСТ 1050-88				Крышка															
Номер			Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и вспомогательный инструмент (код, наименование)	Код проф.	Код проф.	Код проф.	Код проф.	Код проф.	Код проф.	Код проф.	Код проф.	Код проф.	Код проф.	Код проф.			
цеха	участка	операции																	
		005	Заготовительная	Автоматический ленточнопильный станок BS 350/60 AFI-E															
		010	Токарно-сверлильная	Многофункциональный токарно-фрезерный пятикоординатный обрабатывающий центр Okuma Macturn 250W															
		015	Токарно-сверлильная	Многофункциональный токарно-фрезерный пятикоординатный обрабатывающий центр Okuma Macturn 250W															

											Разраб.	Тарасов			Лист
											Проверил.	Купцов			1
															Лист.
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.				

[illegible]

Приложение 2. Операционные карты технологического процесса изготовления детали «Крышка»

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата												
БГТУ Военмех				Операционная карта механической обработки																
										Корпус										
Ном цеха	Ном. уча- стка	Ном. опер- ации	Наименование операции						Наименование и марка материала				Масса детали		Заготовка					
															профиль и размеры		твердость		масса	
		005	Заготовительная						Сталь 45 ГОСТ 1050-88											
Кол. одн. обраб. дет.			Оборудование (наименование, модель)						Приспособлен. (код и наименование)						Охлаждение					
			Ленточнопильный станок BS 350/60 AFI-E																	
Ном. перех	Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)						Расчетн. разм.		t	i	Режим обработки			T _о	T _в			
			вспомогательный		режущий		измерительный		диаметр ширина	длина			S	n	V					
1.	Установка стального		Подающее								60	2					0,5			
	прутка в подающее		устройство станка																	
	устройство станка		BS 350/60 AFI-E																	
2	Отрезка заготовки		Полотно								60	2	17				0,5			
			ленточнопильного																	
			станка PROMA																	
			21001014																	
													Разраб.	Тарасов А. А.				Лист		
													Проверил.	Купцов П. В.				1		
																		Лист.		
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.					5		

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата												
БГТУ Военмех				Операционная карта механической обработки																
										Крышка										
Ном цеха	Ном. уча- стка	Ном. опер- ации	Наименование операции						Наименование и марка материала				Масса детали		Заготовка					
			Токарно-сверлильная						Сталь 45 ГОСТ 1050-88						профиль и размеры		твердость		масса	
			Оборудование (наименование, модель)						Приспособлен. (код и наименование)						Охлаждение					
			Обработывающий центр Okuma Macturn 250W																	
Ном. перех	Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)						Расчетн. разм.		t	i	Режим обработки			T _о	T _в			
			вспомогательный	режущий	измерительный	диаметр ширина	длина	S	n	V										
1.	Установка заготовки			Трёхкулачковый				60	17							0,5				
	левым торцем в шпиндель			патрон основного																
	обрабатывающего центра			шпинделя ОЦ																
2.	Подрезание правого торца		Державка	Режущая пластина				60	17	2,7		0.35	1725	325	0,1	0.005				
			DCLNR/L	CNMG 12 04 12-PM/																
			2020K12	GC 4225																
3.	Черновая токарная		Державка	Режущая пластина				60	14.3	3		0.4	1619	305	0.03	0.002				
											Разраб.	Тарасов А. А.					Лист			
											Проверил.	Купцов П. В.					1			
																	Лист.			
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.					5		

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата											
						Номер опер.		015											
Ном. перех.	Содержание перехода			Инструмент (код и наименование)			Расчетн. разм.		t	i	Режим обработки			T _о	T _в				
				вспомогательный	режущий	измерительный	диаметр ширина	длина			S	n	V						
	обработка внешнего диаметра			DCLNR/L	CNMG 12 04 12-PM/														
				2020K12	GC 4225														
4.	Чистовая токарная обработка внешнего диаметра			Державка	Режущая пластина		56.4	14.3	0.4		0.25	2486	445	0.03	0.002				
				DCLNR/L	CNMG 12 04 12-PM/														
				2020K12	GC 4225														
5.	Сверление сквозного отверстия			Патрон	Сверло CoroDrill		56	14.3	10.8		0.2	5308	150	0.02	0.001				
				SynchroFlex	Delta C – R850-														
				CoroChuck 970	1080-10-A1A														
				ER 20															
6.	Черновая токарная обработка внутреннего диаметра			Державка	Режущая пластина		56	14.3	2		0.4	6071	305	0.01	0.005				
				A25T-	CNMG 12 04 12-PR/														
				DCLNR/L12	GC 4225														
															Лист				
															2				
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата											
						Номер опер.		015											
Ном. перех.	Содержание перехода			Инструмент (код и наименование)					Расчетн. разм.		t	i	Режим обработки			То	Тв		
				вспомогательный	режущий		измерительный	диаметр ширина	длина	S			n	V					
7.	Чистовая токарная обработка внутреннего диаметра			Державка A25T-DCLNR/L12	Режущая пластина CNMG 12 04 12-PF/GC 4215			56	14.3	0.6			0.25	8858	445	0.01	0.005		
8.	Черновая токарная обработка внутреннего диаметра			Державка A25T-DCLNR/L12	Режущая пластина SNMM 15 06 12-PR/GC 4225			56	14.3	5.5	3		0.4	1752	275	0.04	0,002		
9.	Чистовая токарная обработка внутреннего диаметра			Державка A25T-DCLNR/L12	Режущая пластина CNMG 12 04 12-PF/GC 4215			56	14.3	0.5			0.25	2835	445	0.02	0.001		
																	Лист		
																	3		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата												
БГТУ Военмех				Операционная карта механической обработки																
										Крышка										
Ном цеха	Ном. уча- стка	Ном. опер- ации	Наименование операции						Наименование и марка материала				Масса детали		Заготовка					
															профиль и размеры		твердость		масса	
		015	Токарно-сверлильная						Сталь 45 ГОСТ 1050-88											
Кол. одн. обраб. дет.			Оборудование (наименование, модель)						Приспособлен. (код и наименование)						Охлаждение					
			Обрабатывающий центр Okuma Macturn 250W																	
Ном. перех	Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)						Расчетн. разм.		t	i	Режим обработки			T _о	T _в			
			вспомогательный	режущий		измерительный	диаметр ширина	длина	S	n			V							
1.	Переустановка заготовки			Трёхкулачковый					56	14.3						0.1				
	правым торцем в			патрон противо-																
	противошпindelь			шпинделя ОЦ																
	обрабатывающего центра																			
2.	Подрезание левого торца		Державка	Режущая пластина					56	14.3	2,7		0.35	1725	325	0,1	0.005			
			DCLNR/L	CNMG 12 04 12-PM/																
			2020K12	GC 4225																
											Разраб.	Тарасов А. А.				Лист				
										Проверил.	Купцов П. В.				1					
															Лист.					
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.				2			

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата											
						Номер опер.		015											
Ном. перех.	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчетн. разм.		t	i	Режим обработки			То	Тв						
		вспомогательный	режущий	измерительный	диаметр ширина	длина			S	n	V								
3.	Сверление сквозных отверстий	Патрон SynchroFlex	Сверло CoroDrill Delta C – R840-		56	11.6	5	2	0.2	9554	150	0.01	0.001						
		CoroChuck 970	0500-10-A1A																
		ER 20																	
4.	Нарезание внешней резьбы	Державка DCLNR/L	Режущая пластина CoroThread		56	11.6	0.9	6	0.25	1733	305	0.03	0.003						
		2020K12	266R16MM01A150																
														Лист					
		Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	2		

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата												
БГТУ Военмех				Операционная карта механической обработки																
										Крышка										
Ном цеха	Ном. уча- стка	Ном. опер- ации	Наименование операции						Наименование и марка материала				Масса детали	Заготовка						
														профиль и размеры			твёрдость		масса	
		020	Токарная						Сталь 45 ГОСТ 1050-88											
Кол. одн. обраб. дет.			Оборудование (наименование, модель)						Приспособлен. (код и наименование)						Охлаждение					
			Обрабатывающий центр Okuma Macturn 250W																	
Ном. перех	Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)						Расчетн. разм.		t	i	Режим обработки			T _o	T _B			
			вспомогательный		режущий		измерительный		диаметр ширина	длина			S	n	V					
1.	Установка заготовки				Трёхкулачковый				56		11.6						0.1			
	левым торцом в				патрон основного															
	основной шпиндель				шпинделя ОЦ															
	обрабатывающего центра																			
2.	Обработка внутренних		Державка		Режущая пластина				56		11.6	1.5	2	0.07	857.3	140	0.03	0.001		
	канавок диаметра 52 мм		R/LAG151.32-		N151.3-265-25-4G/															
			25R-25		GC1125															
																		Лист		
																		1		
																			Лист.	
																			5	
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.							

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата													
						Номер опер.		020													
Ном. перех.	Содержание перехода			Инструмент (код и наименование)					Расчетн. разм.		t	i	Режим обработки			То	Тв				
				вспомогательный	режущий		измерительный	диаметр ширина	длина	S			n	V							
3.	Обработка внешней канавки диаметром 54 мм			Державка R/LAG151.32-25R-25		Режущая пластина N123G2-0300-0002-GF/ GC1125				56	11.6	2	1	0.09	825.5	140	0.03	0.001			

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата													
БГТУ Военмех				Операционная карта механической обработки																	
										Крышка											
Ном цеха	Ном. уча- стка	Ном. опер- ации	Наименование операции						Наименование и марка материала				Масса детали		Заготовка						
															профиль и размеры			твердость		масса	
		025	Моечная						Сталь 45 ГОСТ 1050-88												
Кол. одн. обраб. дет.			Оборудование (наименование, модель)						Приспособлен. (код и наименование)						Охлаждение						
			Моечная машина Мини Сивер																		
Ном. перех	Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)							Расчетн. разм.		t	i	Режим обработки			T _о	T _в			
			вспомогательный		режущий		измерительный			диаметр ширина	длина			S	n	V					
1.	Транспортировка детали									56	11.6							0.75			
	к месту установки																				
	оборудования																				
2.	Промывка детали в		моечная машина							56	11.6							5			
	моечной машине		Мини Сивер																		
												Разраб.		Тарасов А. А.				Лист			
												Проверил.		Купцов П. В.				1			
																			Лист.		
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.						5		

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата												
БГТУ Военмех				Операционная карта механической обработки																
										Крышка										
Ном цеха	Ном. уча- стка	Ном. опер- ации	Наименование операции						Наименование и марка материала				Масса детали		Заготовка					
															профиль и размеры		твёрдость		масса	
		030	Контрольная						Сталь 45 ГОСТ 1050-88											
Кол. одн. обраб. дет.			Оборудование (наименование, модель)						Приспособлен. (код и наименование)						Охлаждение					
Ном. перех	Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)						Расчетн. разм.		t	i	Режим обработки			T _о	T _в			
			вспомогательный		режущий		измерительный		диаметр ширина	длина			S	n	V					
1.	Сдача детали на контроль		Стол контролёра								56	11.6								
											Разраб.		Тарасов А. А.				Лист			
											Проверил.		Купцов П. В.				1			
																	Лист.			
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.						5	

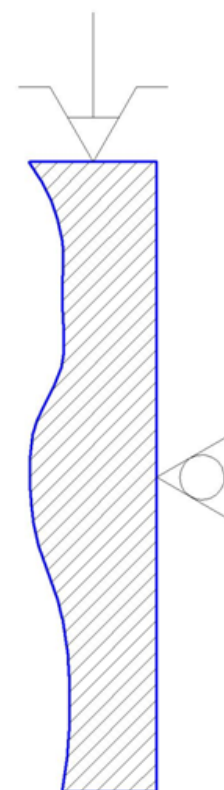
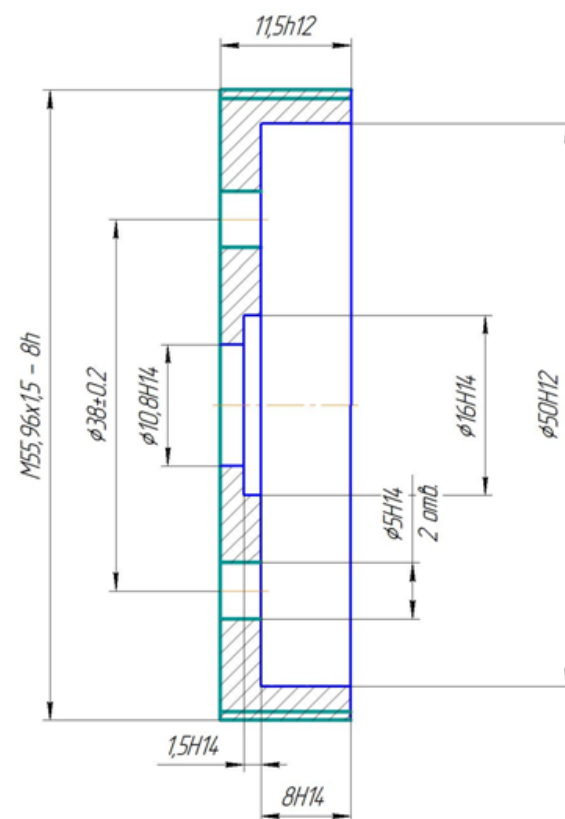
Приложение 3. Карта эскизов технологического процесса изготовления детали «Крышка»

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

2

БГТУ-КР.И8М31.12.00КЭ

015

Операционный эскиз №2 $\sqrt{Ra6,3}$

КЭ

Карта эскизов

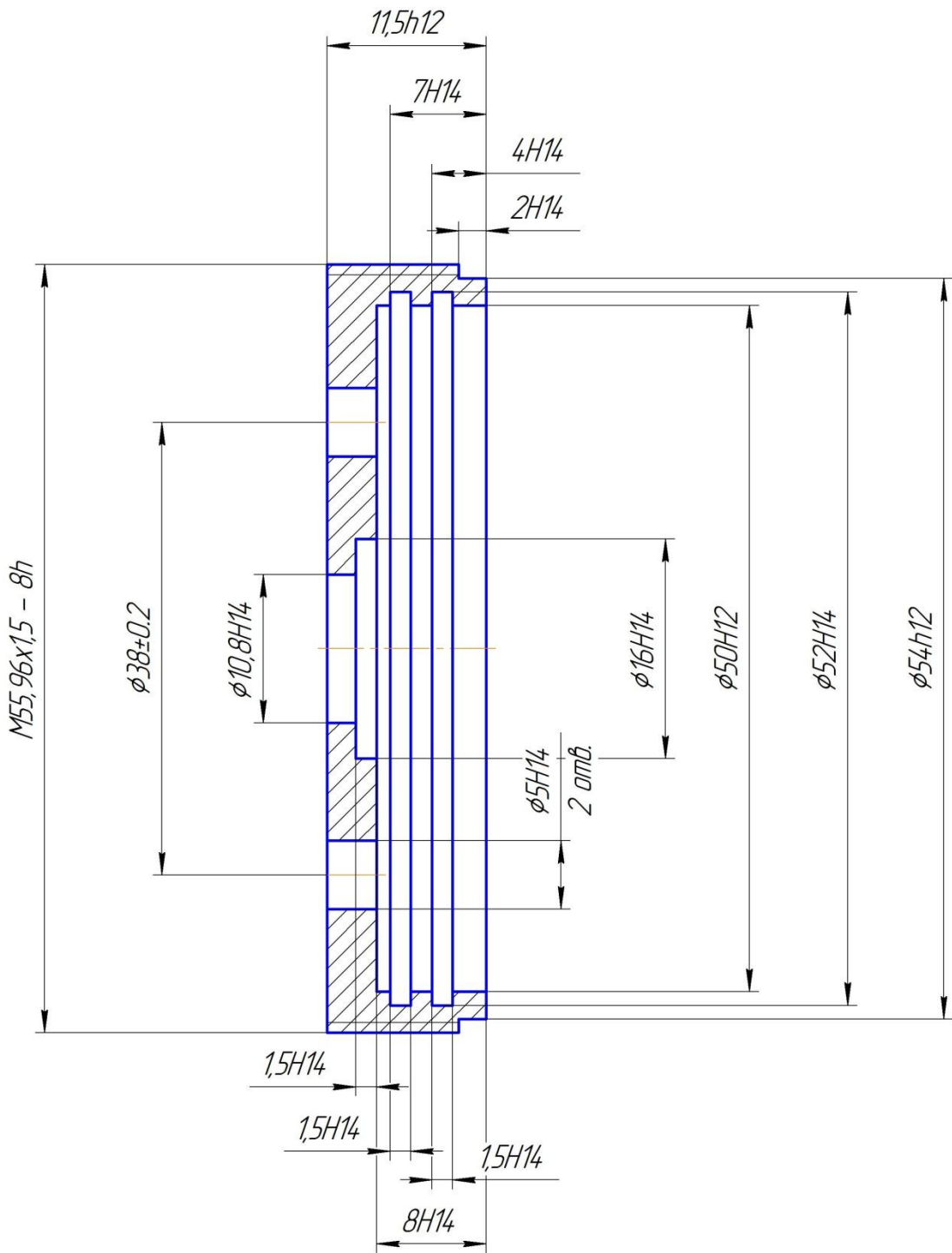
Приложение 4. Чертёж детали «Крышка»

Справ. №	Перв. примен.
----------	---------------

Инд. № подл.	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------

✓ Ra6,3

БГТУ-КР.И8М31.12.01



БГТУ-КР.И8М31.12.01					Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Крышка		
Разраб.	Тарасов						
Проб.	Купцов						
Т.контр.							
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 1050-88		
Утв.							
					Лист	Листов	1
					И2.И8М31		
Копировал					Формат А3		