

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных

производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему __ Технологический процесс изготовления крышки крупногабаритного планетарного редуктора

Студент

А.А.Куркин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.А.Расторгуев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.В. Степаненко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.В.Краснопевцева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г.Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В.Ященко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н, доцент

Н.Ю. Логинов

(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Куркин А.А. Технологический процесс изготовления крышки крупногабаритного планетарного редуктора. БР. Тольятти, Государственный университет, 2017 год. – 69 с.

Цель работы – повысить производительность и точность операций по обработки крупногабаритной крышки.

В первом разделе на основе служебного назначения сформулированы требования к детали – боковой крышке планетарного редуктора. Особенность крышки – большие размеры, сборная конструкция и область машиностроения – тяжелое. Во второй главе, с учетом этого выбрана сборная сварная заготовка, разработаны технологический маршрут, план обработки, выполнено проектирование операций. Третий раздел – конструкторский, связан со сверлильной операцией. Для нее спроектирован секторный скальчатый кондуктор и предложено ступенчатое сверло с двойной подточкой. В четвертом разделе на основе обзора патентной литературы выбрана конструкция сверла. В пятом разделе предложены меры связанные с безопасностью и экологичностью технологии. В шестой части изменения базового процесса обоснованы экономическим расчетом.

За счет изменений в сверлильной операции получен годовой экономический эффект 6582 руб. Это связано с уменьшением вспомогательного времени на операции.

ABSTRACT

The title of the graduation work is "The Technological Process of the Large-sized side Cove Manufacturing ". It's considered the engineering of side cover manufacturing process technology. The purpose of the work is to increase the productivity and accuracy of operations for processing the large-sized side cover.

In the first chapter, the requirements for the detail - the side cover of the planetary gearbox are formulated taking into account it's service purpose. The feature of the cover are large dimensions, assembly construction and the field of engineering is heavy. In the second chapter, taking into account conclusion of the first chapter, the assembly welded workpiece is selected, a technological route, a processing plan, design operations are developed. The third chapter is the design section. It's associated with a drilling operation. For it's, a sectorial pump jig is designed and a stepped double-angle drill is proposed. In the fourth chapter, on the basis of patent literature review the drill design is selected. The fifth chapter measures related to safety, environmental friendliness of technology are also proposed. In the sixth part, changes in the basic process are justified by economic calculation.

By changing the drilling operation, an annual economic effect is received of 6582 rubles. This is due to the reduction of the auxiliary time for the operation.

The final qualifying work contains explanatory note on ___pages, introduction, including figures___, tables___, the list of references ___including ___foreign sources and appendices, and the graphic part on __ A1 sheets.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Описание состояния вопроса	6
2. Технологическая часть работы	13
3. Проектирование приспособления и режущего инструмента	27
4. Патентно-исследовательская часть	35
5. Безопасность и экологичность работы	42
6. Экономическая эффективность работы	50
Заключение	54
Список используемой литературы	55
Приложение	58

ВВЕДЕНИЕ

Изделия тяжелого машиностроения имеют свою специфику при их изготовлении. Это вопросы транспортировки, установки, закрепления и выверки на станке, большое время обработки, вопросы стойкости инструмента. Для ответственных деталей высокой точности этот список вопросов дополняется трудностью обеспечения малых допусков, малой шероховатости при больших габаритах деталей.

При изготовлении детали с поверхностями, которые должны быть позиционированы относительно друг друга с высокой точностью, возникает задача обеспечения высокой точности наладки. В работе рассматривается деталь – крышка планетарного редуктора большого размера. Крышка имеет размер по диаметру более 2 м, в силу чего имеет большую трудоемкость, что даже при небольшом объеме выпуска требует тщательной подготовки производства.

1. ОПИСАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Служебное назначение деталей

Крышка представляет собой сборочную единицу из трех деталей: диска, обоймы под подшипник и стакана. Эти детали на стадии изготовления после черновой обработки отдельно соединяются между собой сваркой. Затем как одна деталь обрабатывается на чистовой и отделочной стадиях.

Крышка имеет большие габариты: более 2 м. Испытывает при работе значительные статические и динамические нагрузки. Поэтому выбираем для всех трех деталей – сталь литейную 25Л ГОСТ 977-75.

Поверхности обозначены на рис. 1.1 и имеют следующие требования (таблица 1.1).

Химический состав стали 20Л приведен в таблице 1.2 из [21]. В таблице 1.3 указаны ее основные физико-механические свойства.

Непосредственно планетарный редуктор работает так: вал шестерня зацепляется с зубчатыми колесами сателлитами, которые обкатываются внутри по центральной шестерне. Сателлиты передают крутящий момент валу. Через него момент передаётся выходному валу.

Мощные планетарные редукторы применяют в приводах в горнорудной обогатительной промышленности. Технические характеристики: крутящий момент $1,1 \cdot 10^4$ - $1,25 \cdot 10^4$ Нм; передаточное отношение $i = 55$ - 65.

Материал крышки стали 20Л ГОСТ 977-75 (таблица 1.2, 1.3)

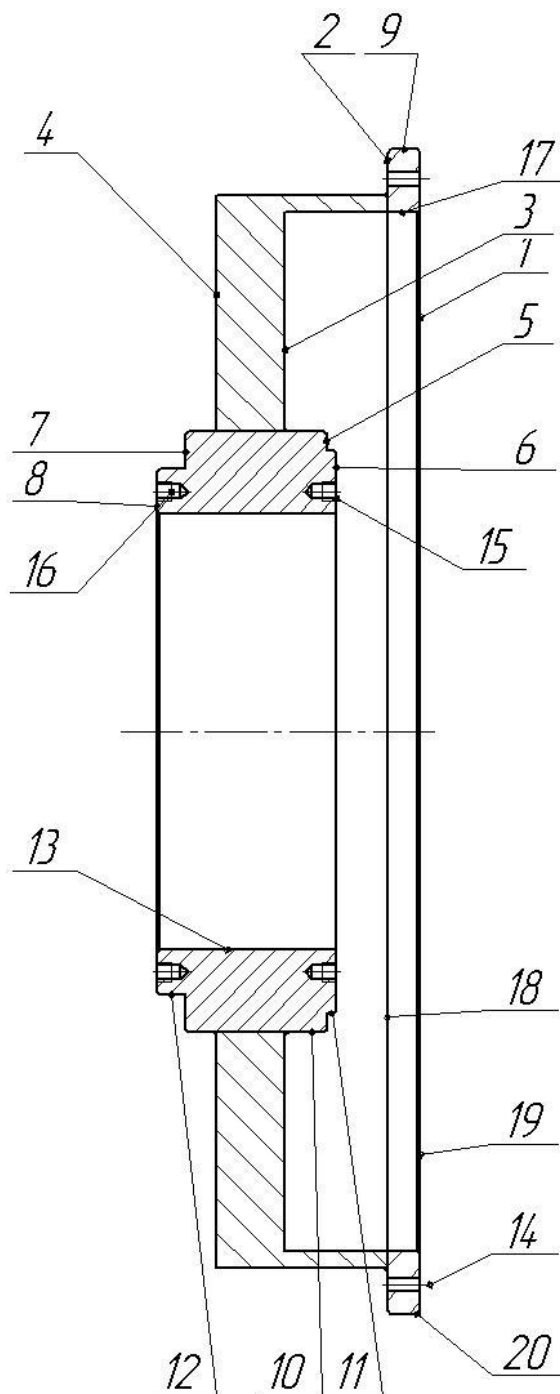


Рисунок 1.1 - Крышка редуктора

Крышка базируется по большому фланце на центральной шестерне и крепится при помощи системы отверстий. Для угловой фиксации крышки относительно посадочной поверхности радиально расположены отверстия, выполненные совместно с шестерней. Отверстия точные (H7) и используются для штифтования.

Таблица 1.1 - Требования по назначению, размерам, точности и шероховатости для крышки планетарного редуктора

№	Форма	Тип	Размеры, мм	Точность, IT	Тех. требования		Ra, мкм
					Вид	Допуски	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	П	ОКБ	540	12	⊥	0,025	1,25
2	П	ВКБ	70	12			12,5
3	П	С		12			12,5
4	П	С	125	12			12,5
5	П	С	85	14			3,2
6	П	ВКБ		14	⊥	0,025	2,5
7	П	С	60	14			3,2
8	П	ВКБ	540	14	⊥	0,025	2,5
9	ЦН	С	2390	14			12,5
10	ЦН	ВКБ	1230	14			6,3
11	ЦН	ВКБ	1160	8			2,5
12	ЦН	ВКБ	1080	8			2,5
13	ЦВ	ВКБ	890	7	⊖	0,03	1,25
14	Отв	ОКБ	30	11			2,5
15	Р	ВКБ	24	11			2,5
16	Р	ВКБ	24	11			2,5
17	ЦВ	ОКБ	2130	10	⊖	0,03	1,25
18	П	С	70	14			12,5
19	Ф	С	5	14			125,
20	Ф	С	5	14			12,5

Таблица 1.2 - Состав стали 20Л ГОСТ 977-75

Углерод (С)	Кремний (Si), не более	Никель (Ni)	Медь (Cu), не более	Сера (S), не более	Марганец (Mn), не более	Фосфор (P), не более	Хром (Cr)
0,17 – 0,25	0,20- 0,52	0,30	0,30	0,045	0,35-0,90	0,04	0,30

Таблица 1.3 - Физико-механические параметры стали 20Л ГОСТ 977-75

Термообработка, состояние поставки	Твердость, НВ	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	δ , %
Нормализация 880-900 °С. Отпуск 630-650 °С.	124-143	220	420	22	35

В центральном отверстии утолщенного кольца устанавливаются подшипники для входного и выходного валов. Крышки устанавливаются с двух сторон центральной шестерни. По торцам утолщенного кольца снаружи и изнутри по резьбовым крепежным отверстиям устанавливаются крышки упоры (они фиксируют подшипники в осевом направлении). С наружной стороны крышка служит для герметизации внутренней полости редуктора. Она работает в условиях больших статических нагрузок.

1.2. Анализ технологичности крышки

Крышка имеет значительный перепад по толщине в различных сечениях. При больших габаритах это делает проблематичным получение отливки. Из-за

разной толщины деталь может вследствие больших внутренних технологических остаточных напряжений разрушиться. Поэтому она состоит из трех простых деталей, соединенных сваркой.

Крышка komponуется из диска с системой гладких сквозных отверстий в количестве 60 штук с заданным угловым допуском $8'$, что обеспечивает требуемый зазор $S_p = 2$ мм в сопряжении винт-отверстие.

На большом межосевом диаметре выполнить в заданном положении эти отверстия будет трудно.

То же самое относится к комплекту резьбовых глухих отверстий в торцах утолщенного кольца крышки.

Центральные отверстия в утолщенном кольце и посадочное отверстие в диске имеют высокую точность, и высокие требования по расположению. Обеспечить это можно их обработкой или с одного станка или используя при обработке одной поверхности в качестве технологической базы другую поверхность.

Три детали: диск плоский большого диаметра, утолщенное кольцо и стакан выполняются отдельно (заготовка и черновая обработка). После этого их сваривают электродуговой сваркой и чистовую и отделочную обработку, включая обработку отверстий, проводят совместно. Из-за больших размеров при малой жесткости стакана и диска после сварки возникают большие остаточные напряжения, что потребует мер по их снижению (например, виброударная обработка).

Поскольку материал литейная сталь способ получения исходной заготовки – литье.

Разметочная операция перед сверлением отверстий очень трудоёмка и требует сбора шестерни последовательно с корпусом и крышкой левой и корпусом и крышкой правой. Сверлильная операция выполняется после разметочной.

Обработку выполняют радиально-сверлильным станком небольшого типоразмера. Поэтому для обработки отверстий по всей окружности

периодически производят перекантовку детали, что увеличивает долю вспомогательного времени в общем времени изготовления детали.

1.3. Задачи. Пути совершенствования техпроцесса

Сокращение вспомогательного времени на сверлильной операции за счёт исключения трудоёмкой операции разметки путём накладывания крышки на корпус и кернения всех отверстий, а также путём исключения во время сверления отверстий и нарезания резьбы перекантовки, обрабатываемой детали краном (применяется радиально-сверлильный станок 2М57 с малым вылетом шпинделя).

Предлагается по данной операции применить кондуктор секторного типа (рисунок 1.2), который делается поворотным (откидываемым) для свободной установки детали. Возможность обработки всех отверстий по периферии даёт использование делительного стола.

Значительно сократить вспомогательное время на сверлильной операции возможно за счёт использования комбинированного сверла (ступенчатое сверло для сверления отверстий под резьбу и установочных отверстий) (рисунок 1.3).

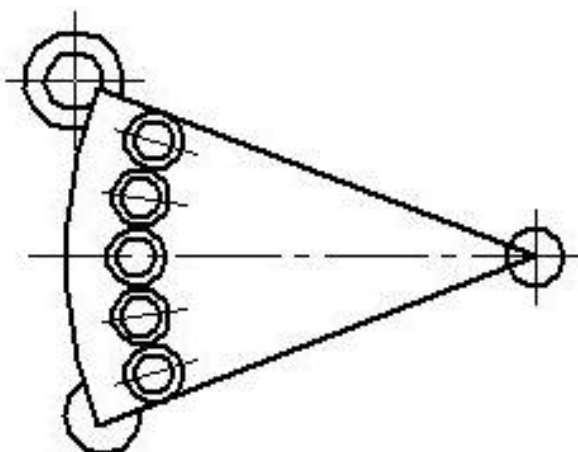


Рисунок 1.2 - Кондуктор секторного типа



Рисунок 1.3 - Комбинированное сверло

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1. Выбор типа производства

Для 100 крышек из трех деталей при их массе 4791 кг. тип производства по [16, с.21] крупносерийный.

Технологический процесс разрабатывается по принципу концентрации, т.е. за одним рабочим местом – станком закрепляют как можно больше переходов.

Из-за специфики тяжелого машиностроения (большая номенклатура при малых объемах выпуска) станки преимущественно применяются универсальные.

2.2. Выбор вида и методов получения заготовки

Для крупногабаритных заготовок в тяжёлом машиностроении (при массе до 2500 кг.) с небольшим объемом самым рациональным является способ литья. В нашем случае это два диска: один тонкий и большого диаметра, другой компактно утолщенный, третий – в форме стакана.

Из-за габаритов заготовки тяжелые. Поэтому, чтобы литейная форма выдержала массу заготовки применяем литье в полукокильные формы [19]. Сама форма представляет собой металлический кожух, внутренняя поверхность которого облицована формовочной смесью небольшой толщины. Из-за этого теплоотвод через тонкий формовочный слой проходит быстрее и заготовка остывает быстрее. За счет этого материал отливки имеет мелкозернистую структуру.

Отливки характеризуются отсутствием дефектов (трещины, поры), металлические кожухи имеют высокую стойкость.

Металлический кожух изготавливают из набора гнутых стальных листов соединенных сваркой.

Формовочная смесь – сыпучая, песчаная, на термотвердеющем связующем.

Сначала в кожух ставят модель. После засыпки кожуха формовочной смесью (песчаная смесь с термосвязующим) он помещается в печь. После отверждения формовочной смеси модель убирается, и происходит заливка металла.

Припуски и допуски по ГОСТ26645-85 назначены (кроме центрального отверстия см. таблицу 2.1 рисунок.2.1) на все поверхности.

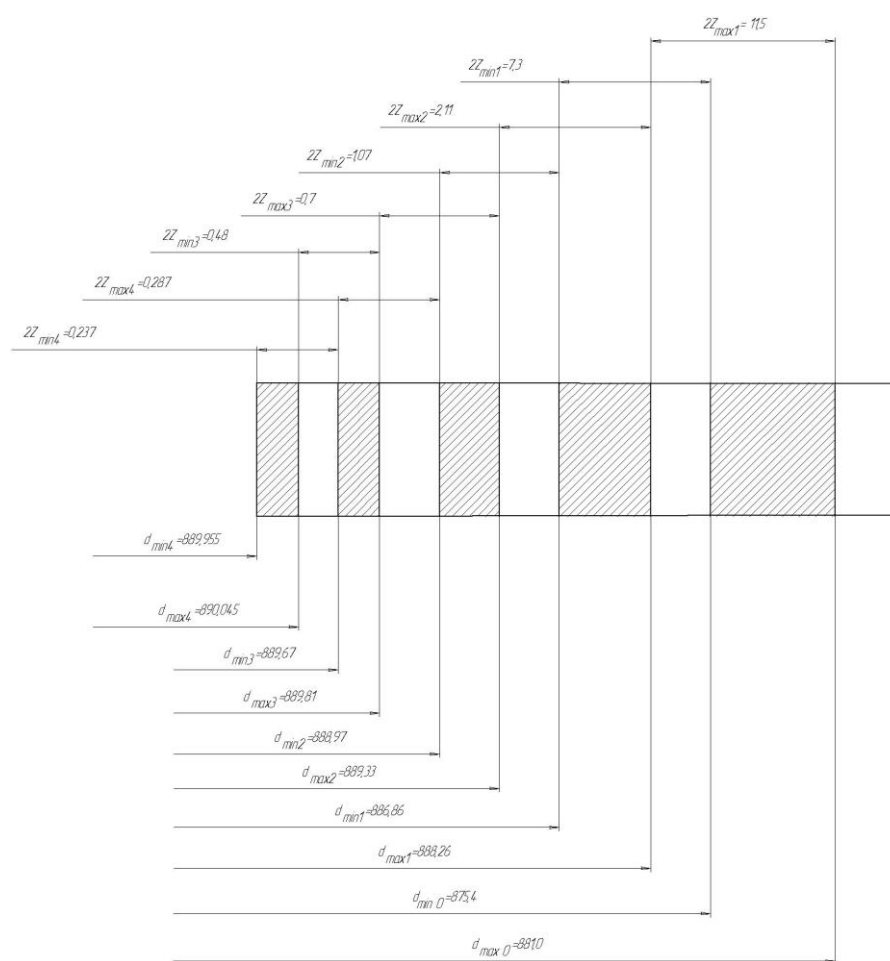


Рисунок 2.1 - Схема обработки отверстия в утолщенном кольце

Таблица 2.1 - Расчет на обработку основного отверстия $\varnothing 890Js7 (\pm 0,045)$ в крышке

№ -переходы по обработке отверстия	Допуск	Элементы припусков, мм.			Рассчитанные предельные припуски, мм.		Рассчитанные предельные размеры, мм	
		H + Rz	$\rho_{откл.}$	ε_y	$2 Z_{min}$	$2 Z_{max}$	Dmin	Dmax
Исходная заготовка (отливка)	5,6	1000	2500				875,4	881,0
Растачивание однократное	1,4	200	150	800	7,3	11,5	886,86	888,26
Растачивание черновое	0,36	100	100	300	1,07	2,11	888,97	889,33
Растачивание чистовое	0,14	60	50	100	0,48	0,7	889,67	889,81
Раст. тонкое	0,09	20	25	30	0,237	0,287	889,955	890,045

Таблица 2.2 - Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности зубчатого колеса с внутренним зацеплением.

Поверхность (см. рис. 1.1)	Размер	Припуски, мм			Допуск
		Баз.	Табл. вариант	Расч.	
9	2390	2 x 25	2 x 20		± 6
8,15	350	2 x 20	2 x 15	-	± 3
13	890	2 x 20	2 x 15	2 x 12	± 4

2.3. Выбор последовательных переходов на отдельные поверхности крышки

В таблицу 2.3. сведены по каждой поверхности оптимальные варианты по трудоемкости методов обработки каждой, отдельной поверхности крышки. Они берутся из [14].

Таблица 2.3- Переходы в соответствии с требованиями по точности и шероховатости для крышки

№	Форма	Размеры, мм	Точность, IT	Технологическая последовательность переходов	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
1	П	540	12	ТТ _ч (13)-ТТ _{п-ч} (10)-ТТ _{чис} (8)- ТТ _т (7)	1,25
2	П	70	12	ТТ _ч (13)-ТТ _{п-ч} (10)-	12,5
3	П		12	ТТ _ч (13)-ТТ _{п-ч} (10)-	12,5
4	П	125	12	ТТ _ч (13)-ТТ _{п-ч} (10)	12,5
5	П	85	14	ТТ _ч (13)-ТТ _{п-ч} (10)-ТТ _{чис} (8)	3,2

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
6	П		14	ТТч(13)-ТТп-ч(10)- ТТчис-(8)- ТТт(7)	2,5
7	П	60	14	ТТч(13)-ТТп-ч(10)- ТТчис-(8)	3,2
8	П	540	14	ТТч(13)-ТТп-ч(10)- ТТчис-(8)- ТТт(7)	2,5
9	ЦН	2390	14	ТЦч(13)-ТЦп-ч(10)	12,5
10	ЦН	1230	14	ТЦч(13)-ТЦп-ч(10)-ТЦчис- (8)	6,3
11	ЦН	1160	8	ТЦч(13)-ТЦп-ч(10)-ТЦчис- (8)- ТЦт(7)	2,5
12	ЦН	1080	8	ТЦч(13)-ТЦп-ч(10)-ТЦчис- (8)- ТЦт(7)	2,5
13	ЦВ	890	7	РЦч(13)-РЦп-ч(10)-РЦчис- (8)- РЦт(7)	1,25
14	Отв	30	11	Св(12)-3к(10)	2,5
15	Р	24	11	Св(12)-3к(10)-НР(8)	2,5
16	Р	24	11	Св(12)-3к(10)-НР(8)	2,5
17	ЦВ	2130	10	РЦч(13)-РЦп-ч(10)-РЦчис- (8)- РЦт(7)	1,25
18	П	70	14	РЦч(13)-РЦп-ч(10)-РЦчис- (8)- РЦт(7)	12,5
19	Ф	5	14	ТЦп-ч(10)-ТЦчис	125,
20	Ф	5	14	ТЦп-ч(10)-ТЦчис	12,5

2.4. Разработка технологического маршрута и плана обработки

По указанным в таблице 1.1 заявленным параметрам крышки по [17] разработан технологический маршрут изготовления данной крышки, представленный в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Технологический маршрут обработки

№ опер	Название операции	Содержание	Пов.	Ra, мкм	ТТ
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная (отливка)	- диск -втулка -стакан			17
005	Токарная карусельная (обдирочная)	-обдирка втулки: Установ А	10, 11, 15	20	14
	Токарно-карусельный станок ИМТ Intermato VBM 18.25	Установ Б	7,8, 12,13	20	14
010	Токарная карусельная (обдирочная) ИМТ Intermato VBM 18.25	- обдирка диска: Установ А	1. 17	20	14
		Установ Б	2, 9	20	14
015	Токарная карусельная (обдирочная)	- обдирка стакана: Установ А	17, 18, 3, 10	20	14
		Установ Б	4, 21	20	14
020	Сборка	Сварка	По 17 и 2 пов.		

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
025	Термообработка	Отпуск			
030	Токарная карусельная (черновая)	Установ А: Черновое обтачивание	7, 8, 12, 13	12	10
		Установ Б: Черновое обтачивание	1,6, 5, 15, 11, 17	12	10
035	Токарная карусельная (чистовая) Токарно-карусельный станок ИМТ Intermato VBM 18.25	Установ А: Получистовое обтачивание	1, 5, 6, 15, 11, 17, 18, 19, 20	9	3,2
		чистовое обтачивание	15, 17, 19	8	2,5
		Установ Б: Получистовое обтачивание	7, 8, 12, 13	9	3,2
		чистовое обтачивание	7, 8, 12, 13	8	2,5
040	Термообработка				
045	Сверлильная	Установ А: Сверление	15, 14	10	5
	Радиально- сверлильный 2М53	Зенкование	14, 15	10	5

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		Нарезание резьбы	14, 15	10	5
		Установ Б: Сверление	16	10	5
		Зенкование	16	10	5
		Нарезание резьбы	16	10	5
050	Токарная карусельная (тонкая) Токарно-карусельный станок ИМТ Intermato VBM 18.25	Тонкое обтачивание	1, 7, 13, 11, 17, 18, 19, 20	7	1,25

С учетом основных принципов проведения различных этапов технологии изготовления разработан план изготовления. Он показан на листе.

На нем есть следующая информация: номер с названием операции, станок, параметры обработанных на операции поверхностей по переходам, проставляются операционные размеры со схемами базирования.

2.5. Разработка схем базирования

С соблюдением принципов базирования назначены схемы базирования: на основных карусельно-токарных и сверлильной операциях. Основной и единственный способ установки заготовки - закрепление на горизонтальной поворотной планшайбе при помощи четырех кулачков с отдельными независимыми приводами [12]. Операционные размеры по вертикали даются от установочной базы.

2.6. Выбор средств технологического оснащения

Указанные станки вносятся в маршрутную карту и на план изготовления, также в таблице технологического маршрута (см. таблица 2.4).

Станочные приспособления для установки и закрепления заготовок для операций используют поворотную планшайбу. В ее пазах могут независимо перемещаться комбинированные кулачки [12]. Для обработки различных деталей с разными диаметрами, используется разметка планшайб для быстрой перестановки кулачков.

На сверлильной операции при сверлении по периметру отверстий с нарезанием резьбы для безразметочной обработки используют откидывающуюся кондукторную плиту секторного типа (см. лист наладки). Он легко переналаживается для обработки деталей другого типа и на другой размер отверстий путём переналадки по положению кондукторных втулок в установочных блоках по направляющим пазам с заменой самих втулок.

Для измерений используются универсальные средства: на сверлении используется калибр – резьбовой ГОСТ 17758 - 72. Для контроля линейных размеров используем штангенциркуль. Для сложного и трудоемкого вспомогательного перехода - выверка заготовки при ее установке и закреплении на станках используются индикаторы цифровые ИЦ 50-0,01 МИКРОН[16].

Для обработки на токарных карусельных операциях используются проходные резцы с твердосплавными пластинами с их механическим креплением. На сверлении необходимо использовать комплект сверл: для обработки собственно отверстия и для обработки фаски. В разделе 3 предлагается два перехода совместить в один за счет изменения конструкции сверла.

Для резьбонарезания используются машинные метчики с предохранительным патроном.

2.7. Расчёт режимов резания

На переходы (сверление и нарезание резьбы) назначаются табличные режимы резания по [2].

Глубина резания при сверлении крепежных отверстий по большому периметру: $t = 15\text{мм.}$;

Сверление отверстий под резьбу: $t = 10\text{ мм.}$;

Нарезание резьбы машинным метчиком: $t = 2\text{ мм.}$

Подача инструмента осевая: $S_o=0,4\text{ мм./об.}$; $S_o=0,25\text{ мм./об.}$; при резьбонарезании подача равна шагу резьбы $S_o= P= 1,5\text{ мм./об.}$

Скорости резания выберем табличные по [2]:

Сверление 1 переход: $v= 32,8\text{м./мин.}$

Сверление 2 переход: $v= 32,8\text{ м./мин.}$

Нарезание резьбы: $v=12\text{ м./мин.}$

Обороты инструмента по скорости резания:

Сверление 30 мм: $n=360\text{ об./мин.}$; сверление 20,9 мм.: $n=500\text{ об./мин.}$;
нарезание метчиком М24: $n=160\text{ об./мин.}$

По мощности резания проверку не проводим из-за гарантии обеспечения условий обработки (максимальный условный размер отверстия, которое сверлится в стали на станке 2М53 50 мм.)

Все переходы представлены на технологической наладке (см. лист 4) и операционной карте (см. приложение).

2.8. Определение технических норм времени

Расчёт технических норм времени ведётся на переходы сверлильной операции.

Для сверлильной операции определим по известной формуле время штучно-калькуляционное [17]:

$$t_{ум-к} = t_{н.з.} / n_3 + t_o + t_г + t_{об} + t_{номп} \text{ МИН,} \quad (2.1)$$

где все составляющие рассчитываются ниже.

Время сверления, а также нарезание резьбы метчиком считаются одинаково:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.2)$$

где L – глубина отверстия или резьбовой части (с учетом необходимых недоводов, перебегов, врезания), мм.;

n , S – заданные число оборотов шпинделя (об./мин.) с подачей (мм./об.).

Длина обработки:

$$L = L_{вр} + L_{рез} + L_{вых} \text{ (перебега),} \quad (2.3)$$

где $L_{вр}$ – длина врезания, мм.;

$L_{переб}$ – длина перебега. Для сквозного отверстия принимаем $L_{вр} = 3$ мм.; $L_{переб} = 5$ мм. Для глухого: $L_{вр} = 3$ мм.

Тогда

$L = 3 + 70 + 5 = 78$ мм (для сквозных отверстий); - 60 отверстий;

$L = 3 + 50 = 53$ мм (для глухих отверстий); 88 отверстий.

$$t_o = \frac{78 \cdot 60}{348 \cdot 0,4} = 39 \text{ мин.}$$

$$t_o = \frac{53 \cdot 44}{500 \cdot 0,25} = 18,3 \text{ мин.}$$

$$t_o = \frac{33 \cdot 44}{160 \cdot 1,5} = 6,05 \text{ мин.}$$

На вспомогательные технологические переходы затраты времени по переходам технологическим:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст.снят.дет.}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер.мех.}} + t_{\text{изн}}, \quad (2.4)$$

где $t_{\text{уст.снят.дет.}}$ - установить и снять заготовку краном (крупногабаритная и тяжелая) с последующей выверкой на станке при помощи установочных приспособлений, также на закрепление поворотной плиты скальчатого кондуктора (в исходном состоянии он откидывается для свободного прохода заготовки), мин;

$t_{\text{упр}}$ - необходимое время на включить-выключить станок, переключить режимы;

$t_{\text{пер.мех.}}$ - потери времени для холостых перемещений рабочих органов, учитывая большие размеры заготовки, значительные размеры обрабатываемых поверхностей длина подвода-отвода сверл и метчика значительная;

$t_{\text{изн}}$ - операционный контроль калибром-пробкой резьбовых отверстий и гладких отверстий по большому периметру, контроль углового положения и межосевого расстояния, мин.

По [15] выберем следующие параметры:

$$t_{\text{в}} = 30 + 1,0 + 0,8 + 1,4 = 33,4 \text{ мин.}$$

Время, связанное с обслуживанием станка 2М53:

$$t_{\text{об}} = t_{\text{м.об}} + t_{\text{о.об}} = t \frac{\alpha}{100} + \frac{(t_{\text{о}} + t_{\text{в}})}{100}, \quad (2.5)$$

где $t_{т.об}$ - время для технического обслуживания (настройка режимов, инструментов, смену втулок) в процентах от времени обработки; $t_{о.об}$ - время связанное с организационным обслуживанием.

По данным [13]:

$$t_{об} = 60,9 \cdot \frac{6}{100} + \frac{(60,9 + 33,4) \cdot 5}{100} = 7,4 \text{ мин}$$

Время для отдыха: $t_{физ.пот} = 2,3$ мин.

Окончательно время обработки на операции составит:

$$t_{ум} = 60,9 + 33,4 + 7,4 + 2,3 = 104 \text{ мин.}$$

И тогда:

$$t_{ум.к} = t_{ум} + \frac{T_{п.з}}{n}, \quad (2.6)$$

где: $T_{п.з} = 50$ мин – подготовительно-заключительное время;

$n = 10$ шт. – партия заготовок крышек в одной партии запуска с периодичностью 24 дня.

$$t_{ум.к} = 104 + \frac{50}{10} = 109 \text{ мин.}$$

Программа запуска крышек с периодичностью 24 дня:

$$n = \frac{N \cdot 24}{254}, \text{ шт.} \quad (2.7)$$

где N – заданный объем выпуска, заг./год.

$$n = \frac{100 \cdot 24}{254} = 10 \text{ заг.}$$

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

3.1. Проектирование кулачка

И на токарных и на сверлильной операциях используются одни и те же кулачки с комбинированным гидромеханическим ручным приводом. На сверлильной операции, где силы резания невелики для проектирования такого кулачка достаточно использовать только силу трения, которая препятствует сдвигу заготовки кулачками при ее выверке.

Сам процесс установки имеет специфику. Во первых, из-за большой массы (4971 кг только деталь) транспортировку заготовки выполняют при помощи мостового крана на стропах с подкладыванием под них защитных прокладочных материалов (например деревянные бруски). При этом выверка такой тяжелой заготовки проводится с ее центрированием в два этапа. На первом: установка заготовки крышки проводится только винтовым приводом грубо без фиксации. Шаг винта большой, поэтому точность выверки будет небольшой – предварительной. Индикатор крепится в шпинделе станка и подводится к обработанному буртику. Затем при вращении поворотного стола измеряют картину смещений и соответствующими кулачками двигают заготовку. Погрешность предварительной выверки ± 4 мм. На втором этапе выверки механогидравлическим приводом приводят окончательную выверку без обязательного закрепления заготовки.

Схема установки детали представлена на рисунке 3.1.

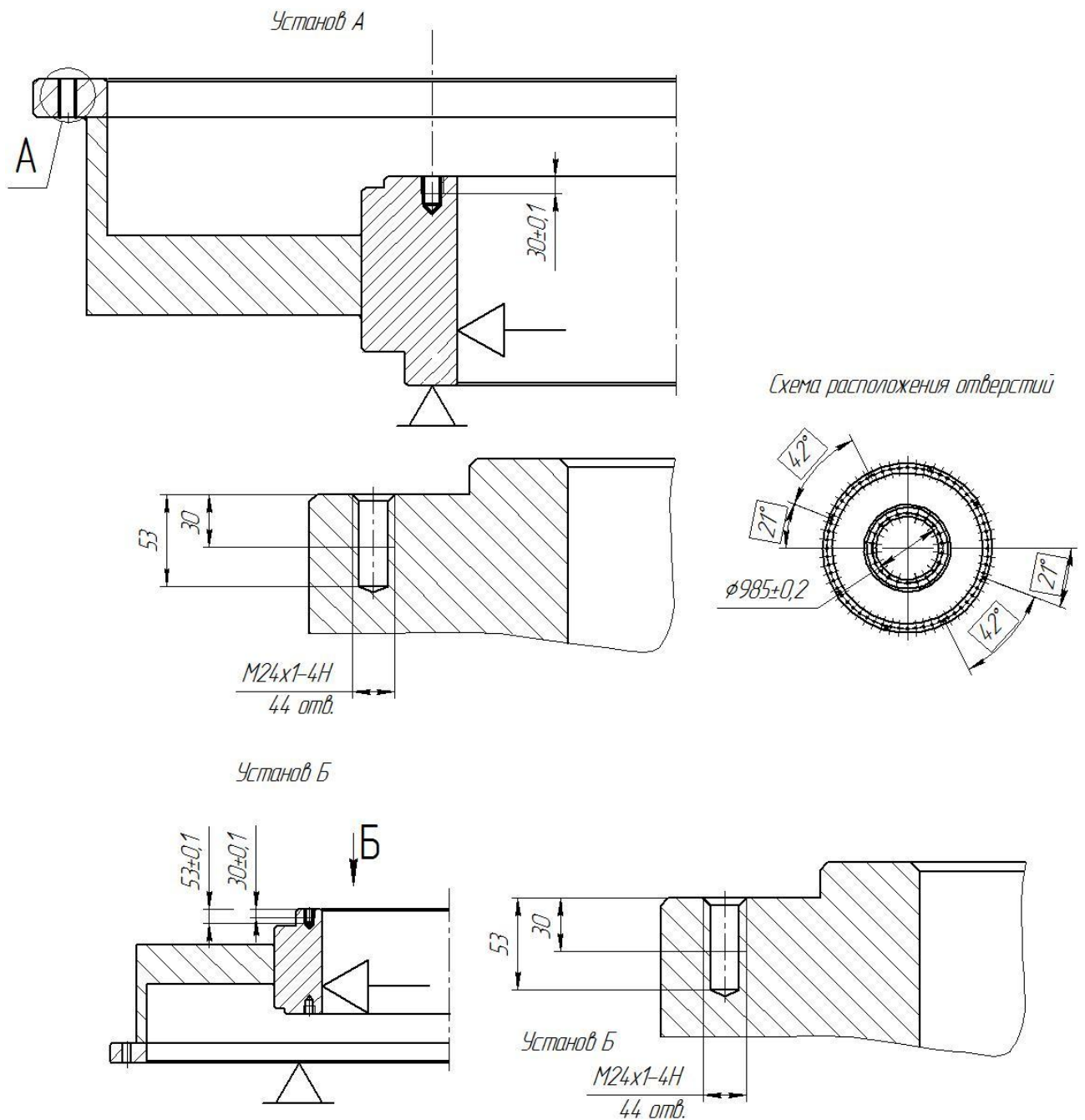


Рисунок 3.1 - Схема установки заготовки

Крышка устанавливается на поворотную планшайбу. Зажим проводится четырьмя кулачками, установленными под 90° . Погрешность выверки заготовки определяется точностью измерительной базы, т.е. поверхности, по которой она выверяется. Поэтому приспособление рассчитывается только на необходимое усилие сдвига заготовки.

3.2. Расчёт силы трения

Схема действия сил трения показана на рисунке 3.2.

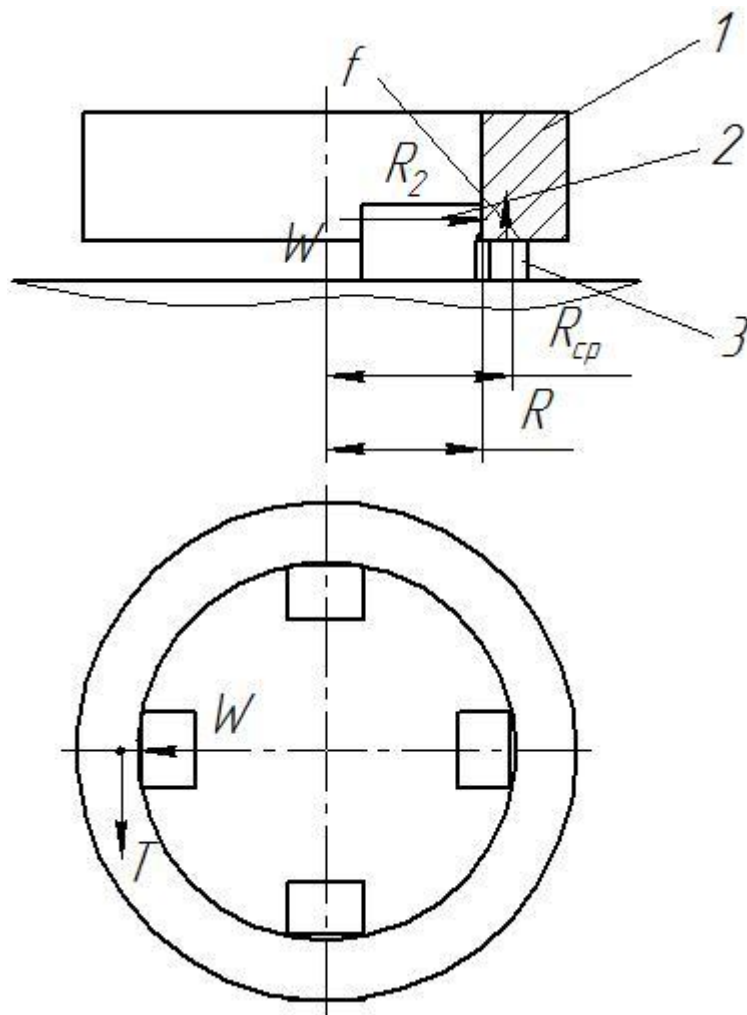


Рисунок 3.2 - Схема базирования и закрепления заготовки

Заготовка 1 должна сдвигаться кулачком 2 на поверхности опоры 3, установленной на планшайбе. Препятствием является сила трения от веса заготовки в местах, где крышка контактирует с подвижными регулируемые по высоте опорами-домкратами Т. Тогда сила зажима будет равна

$$W = k \cdot T = k \cdot m \cdot g \cdot f, \quad (3.1)$$

где: k – коэффициент запаса, поскольку здесь не учитывается сила резания, примем его равным 2,5;

m – масса заготовки, 4900 кг.;

g – ускорение свободного падения, м./с²;

f – коэффициент трения, который примем по максимуму для черногового этапа, 0,2.

Тогда усилие на кулачке:

$$W = 2,5 \cdot 4900 \cdot 9,8 \cdot 0,2 = 24010 \text{ Н.}$$

3.3. Расчёт зажимного механизма

В кулачках применим обычный винтовой механизм.

Наружный диаметр у резьбы винта d находится по следующей формуле:

$$d = C \sqrt{\frac{W}{[\sigma]}}, \quad (3.2)$$

где: C – коэффициент метрической резьбы, принимается $C=1,4$; $[\sigma]$ – предельное напряжение. Для стали 45 примем $[\sigma] = 100$ Мпа.

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{24010}{100}} = 21 \approx 30 \text{ мм.}$$

Находится момент зажимной M на винте для обеспечения найденного усилия зажима W :

$$M = d_{cp} / 2 \cdot W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) + M_{TP}, \quad (3.3)$$

где: d_{cp} – средний диаметр резьбы ($d_{cp}=0,45 \cdot d$);

α - угол подъёма в резьбы (принимается $\alpha=2^{\circ}$);

φ – приведенный угол трения по резьбе ($\varphi=10^{\circ}30''$);

$M_{тр}$ – момент трения в месте контакта опорного торца гайки, Н·м. Для его определения необходимо определить

$$M_{mp} = W \cdot f \cdot d_{np} / 2 ; \quad (3.4)$$

где: d_{np} – приведённый радиус кольцевого торца, мм.;

для гаек

$$Vn. = [(D^3 - d^3) / (D^2 - d^2)] / 3 ; \quad (3.4)$$

- внешний диаметр торца у гайки:

$$M = 0,2d \cdot W , \quad (3.5)$$

$$M = 0,2 \cdot 0,030 \cdot 24010 = 1440,60 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Чтобы уменьшить рабочий момент закрепления можно использовать усилитель гидравлического типа. Его конструкция характеризуется двумя размерами: диаметрами малого поршня 15 мм, и диаметров большого - 85 мм. Поэтому создаваемая осевая сила равна:

$$W' = \frac{W \cdot S_2}{S_1} , \quad (3.6)$$

где S_1, S_2 - диаметры, для соответственно, большого и малого поршня.

$$W' = \frac{24010 \cdot 15}{85} = 4237 \text{ Н} .$$

В этом случае момент на рабочей гайке:

$$M=0,2 \cdot 0,030 \cdot 4237=25,4 \text{ Н.м.}$$

Длина у трещоточного ключа для использования при расчетной силе зажима $P_{np} < 150 \text{ Н}$:

$$\ell = \frac{M}{P_{np}}, \quad (3.7)$$

$$\ell = \frac{25,4}{150} = 0,169 \text{ м.}$$

Примем длину ключа равной $\ell = 200 \text{ мм}$. Для винтовой передачи, предназначенной для сдвига детали (её грубой установки):

$$M = 0,25d \cdot W = 0,25d \cdot P \cdot f, \quad (3.8)$$

где $P \cdot f$ - сила трения, которую необходимо преодолеть для сдвига детали.

$$M=0,25 \cdot 0,030 \cdot 24010 \cdot 0,2=36 \text{ Н.м.}$$

Величина шага при смещении рабочей части кулачка за один поворот трещоточного предельного ключа будет равняться шагу резьбы у рабочего винта. Конструктивно принимаем его равным 3 мм.

Механогидравлический кулачок показан на листе.

3.4. Описание кулачка

Спроектированный механогидравлический кулачок с комбинированным зажимным механизмом содержит корпус 1 и крышку 2. В пазах крышки 2 установлена винтовая передача. Она состоит из винта 3 с гайкой 5. При помощи винтовой передачи приводится в движение нижняя стойка 4. На ней закреплен верхний корпус 6. В верхнем корпусе расточено отверстие для поршня 8. Он навинчивается на верхний винт 7, который вращается в подшипниках 23. Данный поршень 8 проталкивает рабочую среду (масло) из небольшой полости в пуансоне 10 в большую полость. Это заставляет двигаться пуансон 10 с прикрепленным кулачком 11.

Кулачок работает таким образом. Для установки определённой заготовки по шкалам на планшайбе кулачки фиксируются по необходимым отметкам на шкалах. Верхний корпус 6 с пуансоном 10 отводится в крайнее положение от заготовки. Она ставится на предварительно выставленные по уровню опоры-домкраты. Затем с помощью трещоточного ключа, вращая нижний винт 3, верхний корпус 6 подается на заготовку с ее грубым смещением. При смещении верхнего корпуса 6 в крайнее положение, заготовка будет выставлена с погрешностью установки самих кулачков на планшайбе станка.

Последующая точная выверка проводится при помощи индикатора. Он установлен или в суппорте или в специальном держателе. Винт верхний 7 смещает поршень 8. Масло выдавливается из малой полости в большую. При этом создается давление в большой полости в отношении $S1/S2$ больше при сравнении с давлением в малой полости. Предельная сила, создаваемая кулачком при данных условия 24010 Н.

3.5. Проектирование сверла

Здесь рассматривается конструкция сверла для использования в техпроцессе изготовления крышки. Для исключения двух переходов при

обработке отверстия под резьбу предлагается перейти к двухступенчатому сверлу.

Традиционные конструкции сверл характеризуются прямолинейными режущими кромками. Недостатки у традиционных сверл это не одинаковый износ по режущим кромкам. Это обусловлено неравномерностью сил сверления. Это приводит к снижению точности отверстия с повышенным износом инструмента.

Для облегчения процесса сверления предлагается рабочую часть делать с двойной заточкой с углами φ и φ' таким образом, чтобы осевые смещения главных режущих кромок под углами φ и φ' было равно друг другу.

Эскиз конструкции режущей части с предложенной заточкой показан на рисунке 3.2.

Сверло имеет режущую часть. Она снабжена двумя сдвоенными режущими кромками 1, 2. Выполнена из инструментальной быстрорежущей стали Р6М5, хвостик выполняется из конструкционной стали 40Х. Затем эти части соединяются сваркой.

Данная конструкция делает более легким образование стружки при сверлении, направлено на стабилизацию сил при сверлении. Все это приводит в совокупности к повышенной стойкости сверла.

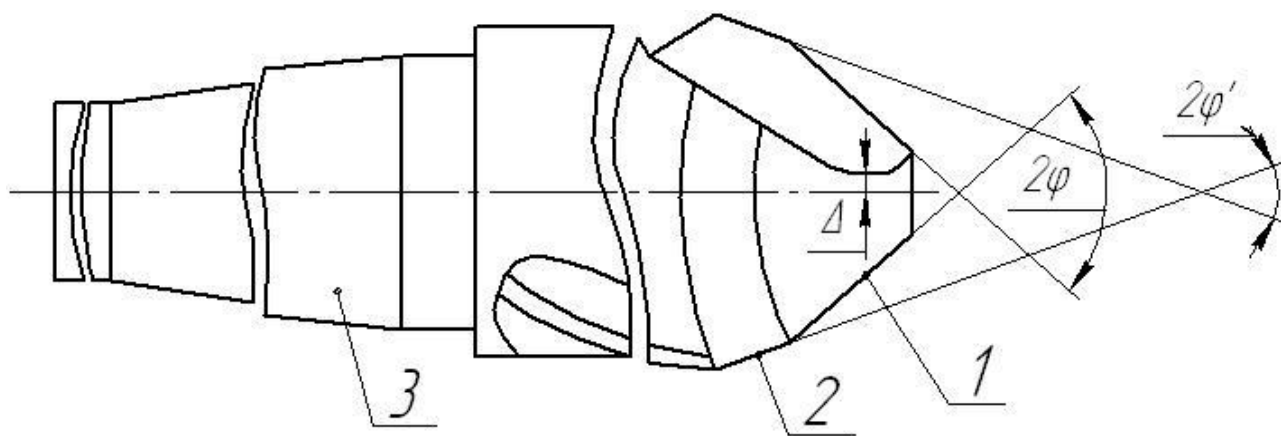


Рисунок 3.2 - Схема разработанного спирального сверла с режущей частью со сдвоенной заточкой

4. ПАТЕНТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

Для совершенствования сверлильной операции усовершенствуем режущий инструмент. На данной операции применяется спиральное сверло (рисунок 4.1).

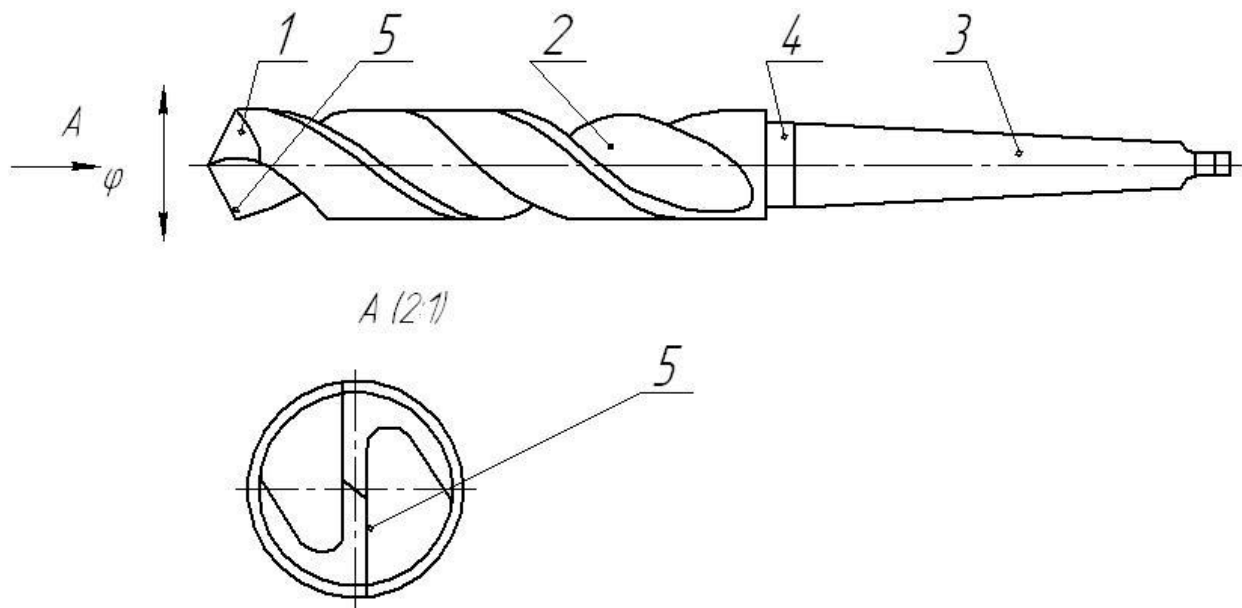


Рисунок 4.1 - Спиральное сверло

Известно много технических решений по совершенствованию конструкции спирального сверла.

Спиральное сверло необходимо для формирования отверстия в сплошном материале или рассверливания на больший диаметр при обработке уже полученного ранее отверстия.

Сверло спиральное с коническим хвостовиком (рисунок 4.1) имеет режущую часть 1 с калибрующей частью 2, хвостиком 3 и соединяющей шейкой 4. У сверла главные режущие кромки 5 имеют прямолинейную форму, наклоняются к продольной оси сверла под углом φ (главный угол в плане).

Инструмент используется следующим образом. По хвостовику 3 сверло фиксируется в кулачковом патроне сверлильного или токарного станка. Через него может передаваться приводной момент. Инструменту придается определенное число оборотов в минуту, а также осевая продольная подача. Сверление проводится режущими кромками 5. Образующая стружка отводится по винтовым канавкам.

Недостаток сверления – разбивка отверстия, увод оси отверстия, повышенный износ режущих кромок, ленточки, канавок.

Материал для изготовления сверл обычно быстрорежущий сплав Р6М5.

Спиральное сверло характеризуется следующим набором конструктивных признаков: форма элементов, соотношение их размеров; взаимное расположение элементов. Это все признаки устройства. В плане изменений конструкции сверла могут рассматриваться конструкция сверла в целом; форма, а также крепление режущей части; материал режущей и хвостовой части; способ подвода СОЖ в зону резания; способ работы сверла; технология изготовления сверла.

В процессе патентно-литературного обзора были определены несколько технических решений, которые частично позволяют решить указанные проблемы. Эскизы этих сверл приводятся на рисунке 4.2. Информация о описаниях сверл в таблице 4.1. Конструкции сверл проанализированы и все конструктивные признаки показаны на листе.

Таблица 4.1 - Патентная документация, отобранная для анализа

Предмет поиска (ИТР)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа, классификационный индекс	Автор, заявитель, страна, дата приоритета, дата публикации, название	Сущность технического решения и цель его создания
1	2	3	4
1. Спиральное сверло	Россия а.с. № 1437160 B23B51/02 УДК 621.95.02	Древаль Н.П. Рафиков Л.С. 14.08.85 08.11.87 Спиральное сверло	Изобретение относится к области обработки металла резанием. Целью изобретения является повышение точности обработки и стойкости сверла за счёт уравнивания сил резания на режущей кромке инструмента. Для этого рабочая часть инструмента заточена по двойной заточке с углами φ и φ' так, что осевое смещение режущих кромок 2, заточенных под углом φ равно осевому смещению режущих кромок 3, заточенных под углом φ' противоположно зубьев 2

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4
2. —//—	<p>Япония № 62-181813 B23B51/02 УДК 621.95.02</p>	<p>KOBE SEIKOSHO K.K 08.08.1985 11.10.1987 Сверло</p>	<p>Две режущие кромки 22, 22 расположены на конце инструмента 21, имеющего угол резания при вершине 35°. На участках С-О,А-В припаяны элементы из имеющихся при сверхвысоких давлениях материала 25, 26. Конструкция обеспечивает лучшее захватывание материала и позволяет получать отверстия высокой точности.</p>
3. Спиральное сверло	<p>Япония, заявка № 62-188614 B23B51/02 УДК 621.95.02</p>	<p>NISSAN JIDOSHA KK MASAKAZU YANAGIYA 08.12.87 Сверло</p>	<p>Спиральное сверло имеет тело 21 с двумя режущими кромками 22. Ребро между канавками и ширина канавок 23 постепенно увеличивается по направлению к хвостовику. Размеры канавок удовлетворяют соотношению $x = 2\alpha/360^\circ$, $y = 2\beta/360^\circ$ причём $x > y$. Позволяет повысить прочность стружки и улучшить отвод стружки.</p>

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4
4. —//—	Россия а.с. № 1006089 B23B51/02 УДК 621.95.02	Кузнецов П.В. 03.02.83 Сверло спиральное	Способ сверления отверстий. Сверло содержит корпус и режущую часть, которая делается съёмной (направляющий центр). Сверло отличается тем, что с целью повышения стойкости инструмента, съёмный направляющий центр делается (устанавливается) с возможностью вращения.
5. —//—	Германия, заявка № 093545165 B23B51/02 УДК 621.95.02	MAUZER-WERKE Oberndorf GmbH 02.12.87 Сверло многолезвийное	Сверло содержит встроенную в основную дополнительную стружечную канавку для отвода стружки с целью повышения стойкости сверла. Отличается тем, что дополнительная канавка встроена в основную.

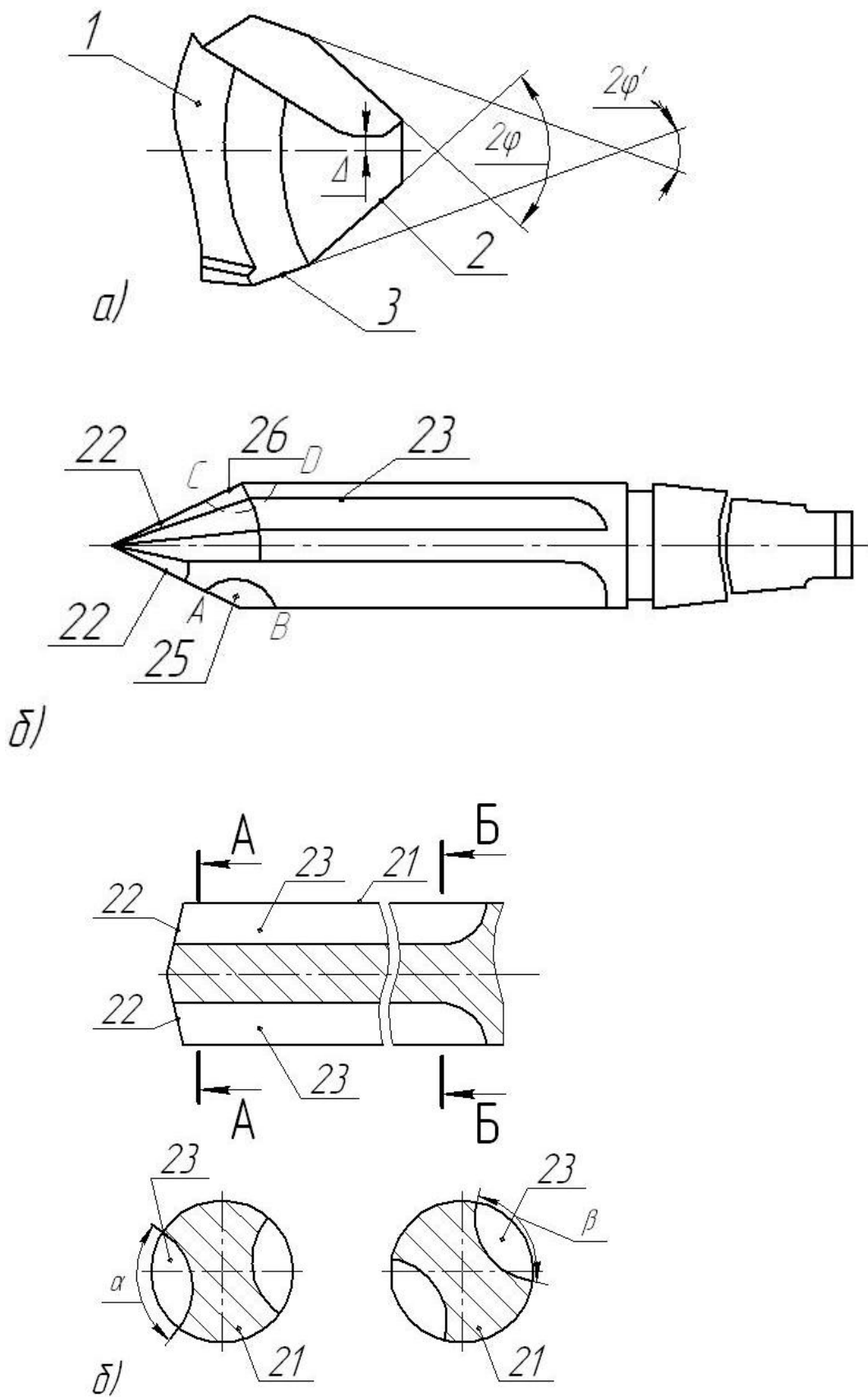


Рисунок 4.1 - Эскизы технических решений: а) а. с. № 1437160; б) Япония, заявка № 181813; в) Япония № 188614.

Из всех конструкций наиболее технологичное, эффективное и решающее технологическую проблему изготовления крышки приводится в а. с. СССР № 1437160. Следовательно, его принимаем для использования в техпроцессе.

Использование данного инструмента позволяет сократить основное время обработки и время штучное (см. раздел 6).

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с числовым управлением	Сверлильный станок 2М53 с кондуктором секторного типа	20Л, СОЖ

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Риски в профессиональной деятельности

№п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	2	3	4

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4
	операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ		
1	Сверлильная	Факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, движущиеся машины и механизмы; режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов; высокий шум на рабочем месте	Станок 2М53, заготовка, кондуктор - плита

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или	Технические средства защиты, организационно-	СИЗ работающего
1	2	3	4

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
	опасный производственный фактор	технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	
1	Факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды	Интенсивное охлаждение зоны резания, защитные ограждения	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий Перчатки
2	Режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	Регламентированные процедуры по обучению по охране	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий; перчатки
3	Движущиеся машины и механизмы	Защитные и предохранительные устройства	
4	Высокий шум на рабочем месте	Защитные акустические заграждения	Наушники противошумные

5.4. Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

Таблица 5.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6
1	Участок механосборочный	Сверлильный станок 2М53	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок

Таблица 5.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства	Средства	Установки	Средства	Оборудования	СИЗ для людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
Первичного пожаротушения	Мобильного пожаротушения	Стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Автоматические для пожаротушения	Для пожаротушения			
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны ; ОУ-2	Пожарные автомобили и пожарные лестницы	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией,	Напорные пожарные рукава	Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 5.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

<p>Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта</p>	<p>Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно- технических мероприятий</p>	<p>Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты</p>
<p>Сверление</p>	<p>Хранение ветоши в негоряемых ящиках; установку в технологическом оборудовании быстродействующих отключающих устройств</p>	<p>Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ</p>

Таблица 5.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Сверлильная операция
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов; Электролитическая очистка
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация фильтрующих элементов - глубинный фильтр с металло-керамическим наполнителем
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Разделка, сортировка, переплавка, складирование

5.6 Выводы по разделу «Безопасность и экологичность работы» выпускной квалификационной работы бакалавра

В настоящем разделе проанализирован технологический процесс изготовления крышки крупногабаритного планетарного редуктора. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны меры по их снижению. Разработаны меры по снижению пожарной опасности. Разработаны меры по сохранению экологии и окружающей среды.

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Таблица 5.1 – Краткое описание технологических процессов изготовления крышки крупногабаритного планетарного редуктора по вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p>На операции выполняются следующие действия: сверление отверстия Ø22 мм; нарезания резьбы; сверление отверстия Ø30 мм; сверление 104 отверстий Ø35 мм с обработкой фасок и нарезание резьбы в 44 отверстиях.</p> <p>Оборудование – станок, модель 2М53.</p> <p>Оснастка – кулачки зажимные.</p> <p>Инструменты: сверло спиральное Ø22, Р6М5 – ТО = 21,3 мин.; метчик М24 – ТО = 6,05 мин.; сверло Ø30 – ТО = 45 мин; сверло Ø35 – ТО = 6,2 мин.</p> <p>ТШТ-К = 123,8 мин.</p>	<p>На операции выполняются следующие действия: сверление отверстия Ø22 мм; нарезания резьбы; сверление отверстия Ø30 мм; сверление 104 отверстий Ø35 мм с обработкой фасок и нарезание резьбы в 44 отверстиях.</p> <p>Оборудование – станок, модель 2М53.</p> <p>Оснастка – кулачки зажимные и кондуктор.</p> <p>Инструменты: сверло ступенчатое Ø22, Р6М5 – ТО = 18,3 мин.; метчик М24 – ТО = 6,05 мин.; сверло Ø30 – ТО = 39 мин.</p> <p>ТШТ-К = 108,6 мин.</p>

В предыдущих разделах был описан технологический процесс изготовления крышки крупногабаритного планетарного редуктора,

который имеет ряд недостатков и которые можно устранить путем совершенствования описанного ТП. Чтобы иметь четкое представление об обоснованности этого совершенствования необходимо провести экономическое сравнение рассматриваемых вариантов ТП.

Для этого представим краткое описание существующего и предлагаемого технологического процесса в виде таблицы 5.1.

Кроме описанных условий для обоснования эффективности будет нужна информация о программе выпуска, которая составляет 100 штук.

Используя исходные данные и методику расчета капитальных вложений [13], определим величину инвестиций в проектируемый вариант. Величина необходимых для осуществления предлагаемых внедрений составит 33321,11 руб. Указанная сумма будет направлена на замену инструменту и оснастки, а также учитывать затраты на проектирование нового технологического процесса.

Используя методику определения себестоимости и калькуляции себестоимости [13] получим значения полной себестоимости изделия до и после внедрения совершенствований, которые составили 2178,94 руб. и 1942,1 руб., соответственно.

Для большей наглядности продемонстрируем изменения по структуре полной себестоимости в виде диаграммы, описывающей расходы по статьям для рассматриваемых вариантов (рис. 5.1).

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о снижении величины полной себестоимости, что является положительным моментом для внедрения предложенного технологического процесса. Однако, чтобы окончательно убедиться в целесообразности его внедрения, необходимо провести расчеты, связанные с экономическим обоснованием данного внедрения.

Чтобы провести экономическое обоснование воспользуемся всеми полученными значениями, представленными ранее, а также методикой расчета экономической эффективности внедряемого проекта [13].

Согласно которой мы можем рассчитать целый ряд значений, необходимых нам для формирования соответствующего вывода о необходимости внедрения нового ТП. Все значения, которые получены, при использовании описанной методике, представлены в таблице 5.2.

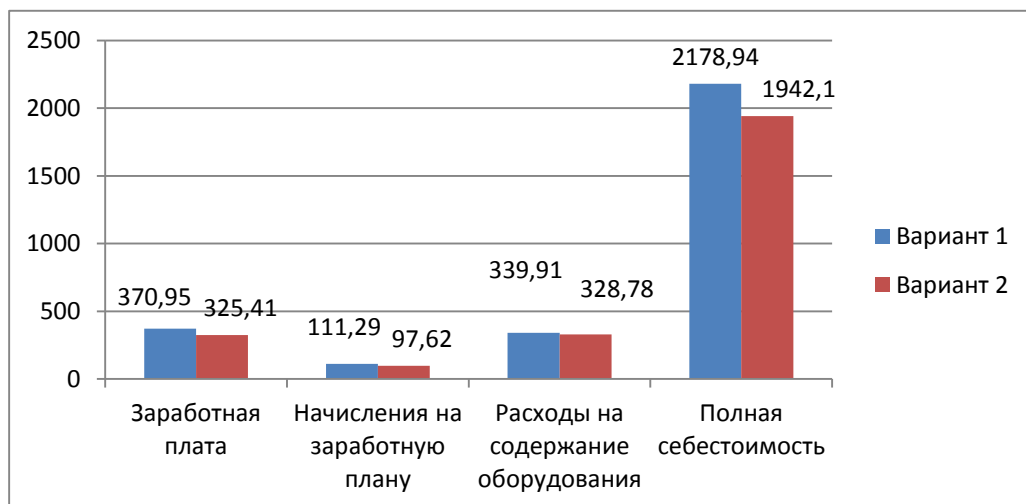


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости и величина полной себестоимости, руб.

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2., можно сделать заключение о том, что внедрение предложенных изменений в технологический процесс будет эффективным. Об этом свидетельствуют значения, полученные расчетным путем. А именно, положительная величина интегрального экономического эффекта, равная 6581,69 руб.

Кроме того, проект окупиться в течение 3 лет, что для инвестиций в машиностроительное производство является хорошим показателем. И наконец, индекс доходности (ИД) составляет 1,2 руб./руб., это говорит о том, что каждый вложенный рубль в этот проект принесет предприятию не только возврат вложенных средств, но и дополнительную прибыль. Все вышеперечисленные значения дают нам право сделать заключение об эффективности предложенных изменений.

Таблица 5.2 – Результаты расчетов показателей эффективности

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Вариант 1	Вариант 2
1	Капитальные вложения в проект (инвестиции)	КВВ.ПР, руб.	–	33321,11
2	Себестоимость единицы изделия	СПОЛН, руб.	2178,94	1942,1
3	Чистая прибыль	ПЧИСТ, руб.	18947,2	
4	Срок окупаемости инвестиций	ТОК, лет	3	
5	Общий дисконтированный доход	ДОБЩ.ДИСК, руб.	39902,8	
6	Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	ЭИНТ = ЧДД, руб.	6581,69	
7	Индекс доходности	ИД, руб. / руб.	1,2	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате данной работы на основе анализа служебного назначения крышки для крупногабаритного планетарного редуктора разработан технологический процесс его изготовления. Для получения исходной заготовки использован метод литья в полукокильные формы. Заготовка крышки получается сваркой после предварительной обработки трех элементов с последующей получистовой и чистовой обработкой крышки в сборе.

Использовано переналаживаемое приспособление – на сверлильной операции применяется кондуктор секторного типа. Для выверки используется спроектированный кулачок с комбинированным механогидравлическим приводом. Это значительно снижает вспомогательное время, которое требуется на сборку узла, разметку и разборку. Для обработки отверстий под резьбу спроектировано ступенчатое сверло с двойной подточкой.

Выполнены разделы по охране труда и расчету экономической эффективности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедев Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Л.В. Лебедев[и др.]. - Ст. Оскол:ТНТ, 2012. - 424 с.
2. Филонов И.П. Инновации в технологии машиностроения/И.П. Филонов. - Минск: Выш. шк., 2009. - 110с.
3. Конструирование узлов и деталей машин/П. Ф. Дунаев. -Москва: Академия, 2003. - 496 с.
4. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1/В. И. Анурьев. - Москва: Машиностроение, 2001. - 920 с.
5. Машиностроение: энциклопедия. В 40 т. Т. II - 2. Стали.Чугуны/ К. В. Фролов [и др.].- Москва: Машиностроение, 2001. - 781 с.
6. Бушуев В.В. Тяжёлые зубообрабатывающие станки./В.В. Бушуев, С.П. Налётов. - М.: Машиностроение, 1986. – 325 с.
7. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 604с.
8. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
9. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении/М. Зубарев. - Санкт - Петербург: Лань, 2015. - 400 с.
- 10.Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.
- 11.Инструментальные материалы / Г. А. Воробьева [и др.]. – Санкт - Петербург : Политехника, 2016. - 267 с.
- 12.Маракулин И.В. Краткий справочник технолога тяжёлого машиностроения. /И.В. Маракулин, А.П. Бунец, В.Г. Коринюк. -М.: Машиностроение, 1986 – 412 с.

13. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с.
14. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / А.А. Панов [и др.]; под общ. ред. А.А. Панова, 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2005 – 784 с.
15. Принципы построения тяжёлого машиностроения./ Попов В.А. [и др.]. - М.: МашГИЗ, 1993.- 472 с.
16. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 224 с.
17. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин: учебно - методическое пособие/Д. А. Расторгуев; ТГУ; кафедра "ОиТМП".- ТГУ. -Тольятти: ТГУ, 2013. - 51 с.
18. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с.
19. Технология машиностроения: учебник/А. А. Маталин.- Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 512 с.
20. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие/М. М. Кане [и др.]; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. - Минск: Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.
21. Технология машиностроения: учеб. пособие/И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2016. - 240 с.
22. Jianbo Yu Online tool wear prediction in drilling operations using selective artificial neural network ensemble model//Neural Computing and Applications.-2011.-Vol.20, №4, pp. 473–485.
23. José M. F. de Paiva Jr. Evaluation of Hard Coating Performance in Drilling Compacted Graphite Iron (CGI)//Journal of Materials Engineering and Performance, October 2013, Vol. 22, Issue 10, pp. 3155–3160.

24. Anil Meena Drilling performance of green austempered ductile iron (ADI) grade produced by novel manufacturing technology//The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2012, Vol. 59, №1, pp. 9–19.

25. Felipe Tusset The effects of microgeometries in carbide twist drill on dry drilling of cast iron// The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2016, Vol. 87, Issue 9, pp. 3123–3135.

26. M. El Mansori Specific cutting force, tool wear and chip morphology characteristics during dry drilling of austempered ductile iron (ADI)//The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, December 2013, Vol.69, Issue 9, pp. 2833–2841.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация на приспособление

Инд. № подл.	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Подп. и дата	Склад. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
							А1								
											<u>Документация</u>				
										17.БР.ОТМП.19.65.000.СБ	Сборочный чертеж	1			
											<u>Детали</u>				
								1	17.БР.ОТМП.19.65.001.	Корпус		1			
								2	17.БР.ОТМП.19.65.002.	Крышка		2			
								3	17.БР.ОТМП.19.65.003.	Винт грубой установки		1			
								4	17.БР.ОТМП.19.65.004.	Ползун		1			
								5	17.БР.ОТМП.19.65.005.	Гайка		1			
								6	17.БР.ОТМП.19.65.006.	Корпус		1			
								7	17.БР.ОТМП.19.65.007.	Винт точной установки		1			
								8	17.БР.ОТМП.19.65.008.	Гайка пуансон		1			
								9	17.БР.ОТМП.19.65.009.	Поршень		1			
								10	17.БР.ОТМП.19.65.010.	Поршень		1			
								11	17.БР.ОТМП.19.65.011.	Упор		1			
								12	17.БР.ОТМП.19.65.012.	Втулка		2			
								13	17.БР.ОТМП.19.65.013.	Фиксатор		1			
								14	17.БР.ОТМП.19.65.014.	Гайка крышка		1			
								15	17.БР.ОТМП.19.65.015.	Кольцо		1			
								16	17.БР.ОТМП.19.65.016.	Шпонка винт		1			
								17	17.БР.ОТМП.19.65.017.	Винт		1			
								18	17.БР.ОТМП.19.65.018.	Заглушка		1			
								19	17.БР.ОТМП.19.65.019.	Крышка		1			
								20	17.БР.ОТМП.19.65.020.	Винт		1			
										17.БР.ОТМП.19.65.000.СП					
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата		Кулачок с механогидравлическим приводом			Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Куркин												1	2
Проб.		Растаргуев													
Н.контр.		Виткалов													
Утв.		Логинов													
										ТГУ ТМδ-1301					
										Копировал					
										Формат А4					

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		21	17.БР.ОТМП.19.65.021.	Винт	1	
		22	17.БР.ОТМП.19.65.022.	Втулка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		23		Подшипник 7000072 К ГОСТ 8338-75	1	
		24		Винт М10х30 ГОСТ 1497-88	4	
		25		Шайба 10 С-78422	4	
		26		Винт М20х25 ГОСТ 1497-88	1	
		27		Гайка М30х15 ГОСТ 2526-51	1	
		28		Гайка М26х15 ГОСТ 2526-51	1	
		29		Шпонка 2-20 х 20 х 30 ГОСТ 23360-78	2	
		30		Винт М10х18 ГОСТ 1497-88	2	
		31		Шайба 10 С-78422	2	
		32		Винт М20х45 ГОСТ 1497-88	14	
		33		Шайба 20 С-78422	14	
		34		Сальник 59-76 ГОСТ6418-81	1	
		35		Шнур 1С-φ8 ГОСТ6467-79	2	
		36		Уплотнение 60-80-1-7 МН5657-78	2	
		37		Винт М20х30 ГОСТ 1497-88	8	
		38		Гайка М30х15 ГОСТ 2526-51	1	

Инв. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

17.БР.ОТМП.19.65.000.СП

Лист
2

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутная карта

Дубл.																						
Взам.																						
Любл.																						
Разраб.	Куркина А. А.																					
Проверил	Расторгуев Д. А.																					
Утвердил	Логинов Н. Ю.																					
Н. контр.	Виткалов В. Г.																					
М 01	сталь 20П ГОСТ 977-75																					
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ												
А	08	кг	4791	1	1		11	2390x540	1	4925												
Б	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа															
					Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Гшт.							
А03	000	1000	Литье металлов и сплавов																			
Б04																						
А05	005	4113	Токарно-карусельная												2	18219	12 1Н	1	1	5	1	40
Б06	Токарно-карусельный станок IMT Intermato VBM 18.25																					
А07	010	4113	Токарно-карусельная												2	18219	12 1Н	1	1	5	1	40
Б08	Токарно-карусельный станок IMT Intermato VBM 18.25																					
А09	015	4113	Токарно-карусельная												2	18219	12 1Н	1	1	5	1	40
Б10	Токарно-карусельный станок IMT Intermato VBM 18.25																					
А11	020	8800	Сборка																			
Б12																						
А13	025	5000	Термическая обработка																			
Б14																						
А15	030	4113	Токарно-карусельная												2	18219	12 1Н	1	1	5	1	40
Б16	Токарно-карусельный станок IMT Intermato VBM 18.25																					
МК	Маршрутная карта														2							

Дубл.	Взам.	Плоп.											1	2			
			Крышка														
А	Цех	Уч.	ГРМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Гпз	Тшт.	
Б	Код, наименование оборудования					Обозначение документа											
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение код.											
А01	035	4113	Токарно-карусельная	2	18219	12	1Н	1	1	1	1	1	5	1	1	40	
Б02	Токарно-карусельный станок IMT Intermato VBM 18.25																
А03	040	5000	Термическая обработка														
Б04																	
А05	045	4212	Радиально-сверлильная	2	17335	12	1Н	1	1	1	1	1	5	1	1	50	
Б06	Радиально-сверлильный станок 2М57																
А07	050	4113	Токарно-карусельная	2	18219	12	1Н	1	1	1	1	1	5	1	1	40	
Б08	Токарно-карусельный станок IMT Intermato VBM 18.25																
А09	055	0125	Промышка														
Б10																	
А11	060	0200	Контроль														
Б12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
МК	Маршрутная карта															3	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционная карта

Дубл.																			
Взам.																			
Пюсл.																			
													1	2					
													Крышка			050			
<i>P</i>							<i>П</i>	<i>и</i>	<i>D</i> или <i>B</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>				
O01	6. Сверлить отверстия																		
T02																			
T03	2310-0875 Сверло d20 P6м5 ОСТ 2И20-7-80						2	20	50	10	1	0,25	500	32,8					
T04	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89																		
O05	7. Нарезать внутреннюю резьбу																		
T06	2629-2157 Метчик ГОСТ 17928-72						3	24	30	2	1	1,5	160	12					
O07	8. Снять деталь																		
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
OK	Операционная карта																	6	

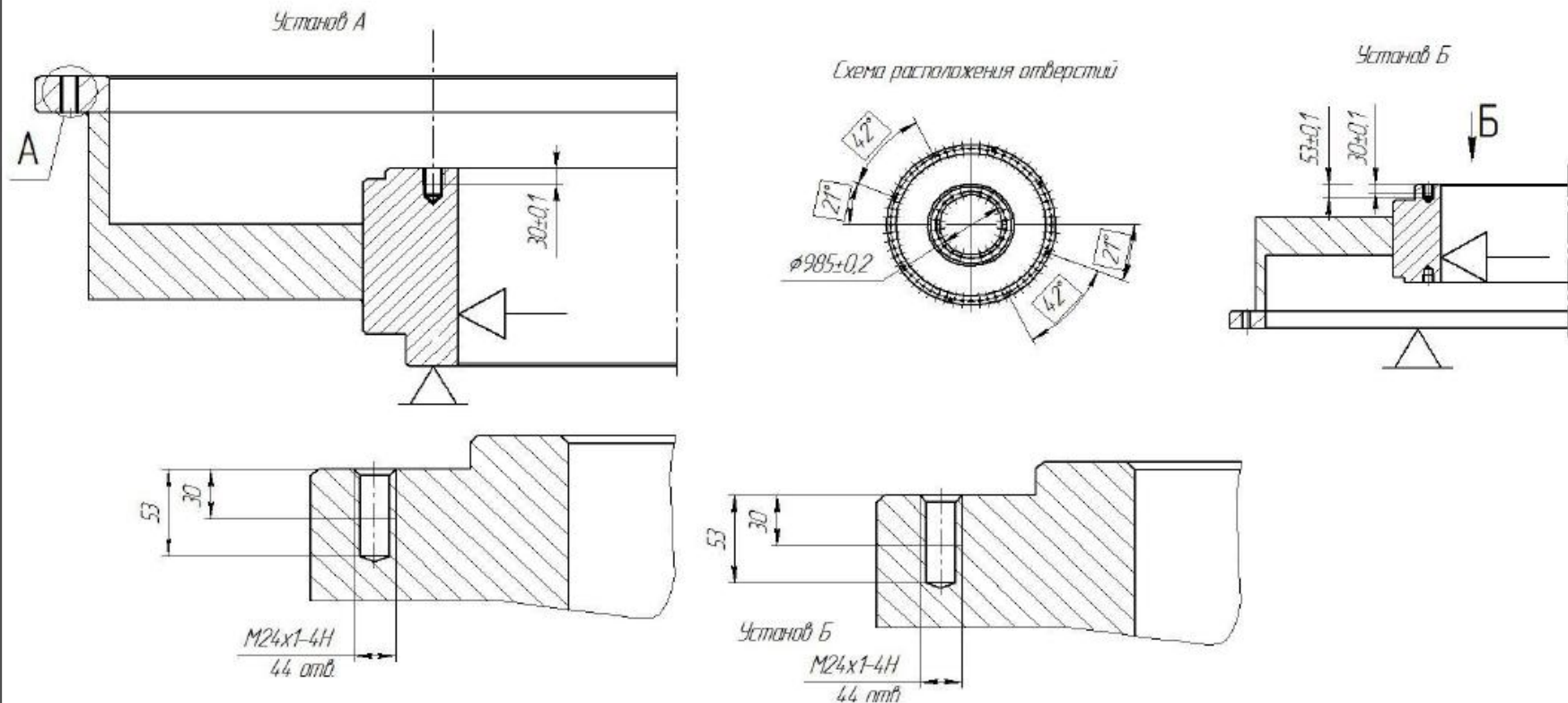
Дубл.																						
Взам.																						
Табл.																						

1

3

Крышка

050



КЭ

Карта эскизов

7