

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления шестерни станка DMTG TD500A

Обучающийся	<u>Р.Г. Габидуллин</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультанты	<u>к.э.н., доцент О.М. Сярдова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
	<u>к.т.н., доцент А.Н. Москалюк</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Аннотация

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления шестерни станка DMTG TD500A с целью выпуска годовой программы производства согласно заданным техническим требованиям.

В первом разделе выполнен анализ технических требований служебного назначения детали и ее характеристик, сформулированы цели и задачи работы.

Определен тип производства и структура технологического процесса изготовления детали. Второй раздел работы направлен на проектирование технологии изготовления детали. За основу взят типовой технологический процесс. Выполнен выбор способа получения заготовки, определены ее размеры. Выбрано технологическое оснащение и оборудование. Спроектированы операции технологического процесса. Для зубодолбежной операции спроектирован инструмент повышенной стойкости и ремонтпригодности, а также цанговый патрон, позволяющий уменьшить силу резания и как следствие сократить длину резания.

Выполнена оценка проектного варианта технологии детали, относительно обеспечения безопасности производственного процесса и показателей экологичности его реализации. В работе предложены мероприятия по снижению отрицательных воздействий на рабочем месте.

Выполнена оценка совокупных экономических параметров, рассчитаны нормы времени и показатели себестоимости для варианта технологии.

Работа включает 61 страниц пояснительной записки включая приложения и графическую часть в количестве 7 листов формата A1.

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации .	5
1.2 Анализ технологических показателей детали.....	6
1.3 Анализ типа производства	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологии изготовления	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	11
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	17
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	19
2.4 Проектирование операций технологического процесса	21
3 Разработка специальной технологической оснастки	26
3.1 Разработка цангового патрона	26
3.2 Разработка зуборезного долбяка	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта	38
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	38
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
4.3 Методы и технические средства снижения рисков	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	42
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	44
5 Экономическая эффективность работы	46
Заключение	50
Список используемых источников.....	51
Приложение А Технологическая документация.....	55
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	63

Введение

Большое внимание при механической обработке уделяется вопросам интенсификации производственных процессов, в том числе для повышения эффективности операций механической обработки. В этом процессе особое внимание уделяется вопросам проектирования высокопроизводительных, высокоточных станков с числовым программным управлением и обрабатывающим центрам. В отдельную группу таких станков выделяют многоцелевые станки, которые обеспечивают высокие показатели гибкости и производительности в условиях частой смены номенклатуры изделий. Особое внимание при изготовлении такого оборудования уделяется конструктивным элементам привода станка, например, зубчатым передачам, которые в условиях расширяющегося применения труднообрабатываемых материалов в машиностроении испытывают переменные по направлению циклические напряжения высокой интенсивности.

Вопросы обеспечения качества несущих узлов и компонентов современных станков является важным фактором на пути расширения парка станков с ЧПУ современных производств, в том числе в условиях импортозамещения. Наряду с высокой стоимостью изготовления станков с ЧПУ недопустимы их частые отказы и простои в связи с ремонтом.

В этой связи в данной работе рассматривается технология изготовления ответственной детали привода главного движения – шестерни станка DMTG TD500A. Деталь входит в конструкцию привода станка. От качества ее изготовления зависит долговечность и надежность работы станка.

Обеспечение приведенных эффектов при разработке варианта технологии изготовления и определяет цель выпускной квалификационной работы. Для достижения цели в работе предпринята попытка применить современные достижения науки и техники в области станкостроения и инструментального производства.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Служебным назначением шестерни является передача крутящего момента от одного вала к другому в шпинделе станка DMTG TD500A. «Благодаря осевому перемещению муфты по шлицам ведущего вала обеспечивается вращение шестерен» [2]. Осуществляется передача крутящего момента от ведомого вала коробки скоростей станка, с понижением передаточного отношения. «Шестерня центрируется по шлицевым направляющим вала коробки скоростей, что обеспечивает требуемую балансировку валов в ней. Классификация поверхностей по их функциональному назначению приведена на рисунке 1» [2].

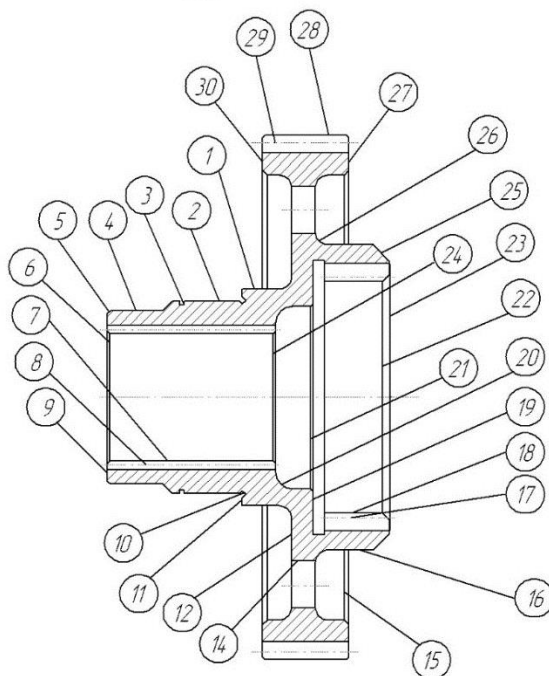


Рисунок 1 – Шестерня станка DMTG TD500A

По причине частого изменения режима работы станка при непрерывной и циклической обработке деталей из материалов повышенной

твердости резко возрастают эксплуатационные нагрузки, которые воздействуют на зубья.

«Воздействие внешних факторов на работу шестерни практически исключено, так как конструкция коробки скоростей представляет собой закрытый корпус, что не позволяет проникнуть внутрь различным технологическим жидкостям и производственным загрязнениям. Температурный режим не претерпевает сильных изменений с течением времени, так как подразумевается, что обрабатывающий центр работает в нормальных условиях производственного помещения отвечающего всем нормам. Сама шестерня получает заложенное конструктором при проектировании количество смазки, что также обеспечивает нормальный температурный и смазочный режим» [4].

Анализ показал, что при условиях эксплуатации детали можно разработать технологический процесс изготовления на основе типового, «для ее изготовления не требуется применения специальных методов механической и термической обработки» [4].

1.2 Анализ технологических показателей детали

«Шестерня изготавливается из конструкционной легированной стали 40ХН ГОСТ 4543-71» [5]. «Характеристики стали представлены в таблице 1 химический состав, в таблице 2 механические свойства» [25].

Таблица 1 – Химический состав

Марка материала	Содержание элементов, %					
	Cr	Mn	Si	C	S	Ni
				не более		
40	0.25	0,5...0,8	0,15...0,38	0,4	0,004	0,035

Таблица 2 – Механические свойства

Марка матери- ала	Термообработка	Предел прочности при растяжении σ_B	Предел текучести σ_T	Средний температурный коэффициент линейного расширения при температуре от 20 до 100°C $\alpha \cdot 10^6, K^{-1}$	Относительное удлинение δ , %	Удельная теплоемкость c , кал/см ³ ·°C	Твердость НВ, МПа
		кгс/мм ²					
40ХН	цементирова- ние	70	40	11,21	19	1,21	201...235
	улучшение	70	40	11,21	19	1,21	580....590

«Материал детали обладает хорошими показателями обрабатываемости различными инструментальными материалами. Наиболее эффективно в данном случае для получения заготовки применять метод штамповки, допускается применение методов литья» [4].

Получить заданные параметры размеров и точности выполнения исполнительных поверхностей без механической обработки не получится.

Чтобы выявить исходные данные «поверхности необходимо классифицировать поверхности детали по назначению» [15].

Таблица 3 – Классификация поверхностей шестерни

Виды поверхностей	Номер поверхности
исполнительные	29, 28, 17, 18
базы конструкторские, основные	10, 11, 1, 2
базы вспомогательные, конструкторские	3, 9, 27, 16
свободные поверхности	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30

«В зависимости от конструкторского исполнения предъявляются следующие требования точности. Радиальное биение цилиндрических поверхностей 1, 2 относительно внутренней поверхности шлицов 8 составляет 0,03мм. Зависимый допуск биения торцев 9, 24 относительно внутренней поверхности шлицов 8 составляет 0,03 и 0,05 мм» [4].

1.3 Анализ типа производства

Анализ типа производства требует его предварительного определения. «Исходя из имеющихся данных, наиболее подходящей в данном случае является методика» [14]. При массе детали 0,6 кг и программе выпуска 50000 штук тип производства определяем как среднесерийный.

«При проектировании технологического процесса необходимо применять последовательную стратегию разработки. Допускается применение циклической, линейной, разветвленной, жесткой и адаптивной стратегий в обоснованных случаях» [1].

«Технология изготовления проектируется на основе типовой в маршрутном и маршрутно-операционном виде. При этом маршрут обработки формируется на основе экстенсивной или интенсивной концентрации операций, что определяется характеристиками имеющегося на предприятии оборудования и его технологическими возможностями» [4].

«При проектировании технологических операций необходимо учесть требования на назначение припуска на обработку» [1], и применение специализированного оборудования при обработке ответственных поверхностей детали - торцев 9, 24 относительно внутренней поверхности шлицов 8.

«Базы 9, 10, 11, 12 должны быть обработаны с одного установа, без повторного закрепления заготовки в приспособлении. Это необходимо для обеспечения технического требования на биение торца 9 равного 0,01 мм» [1].

В результате анализа типового технологического процесса изготовления детали типа «шестерня» определена структура операций технологического процесса, выполнен анализ технологичности детали по свойствам материала, по конструктивному исполнению поверхностей и требованиям по качеству их изготовления. На основе этого были сформулированы задачи работы.

1.4 Задачи работы

Исходя из анализа технологичности и точности изготовления детали определяем задачи работы:

- спроектировать технологический процесс исходя из выполнения требований по величине допустимого поля рассеивания и заданных показателей точности детали. Для решения задачи необходимо предусмотреть применимость детали полученной в результате изготовления, на этапах сборки шпидельного узла станка. При этом все контролируемые параметры точности детали должны соответствовать заданному полю допуска;
- в соответствии с техническими требованиями определить параметры точности заготовки детали, метод её получения согласно заданным требованиям по точности размеров и формы, их взаимному расположению поверхностей;
- определить параметры технологического оборудования и оснащения необходимого для реализации проектного варианта технологии изготовления шестерни, включая требования по качеству поверхностного слоя. Чем больше это соответствие, тем выше точность получаемой детали. Для этого в работе предусмотрен этап расчетов и проектирования;
- на основе расчетных параметров точности выполнить экспертизу технологии на безопасность и экологичность ее внедрения на

производстве, и сделать оценку экономических показателей спроектированной технологии.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

«Расчет размеров и стоимости отливки проводим с помощью рекомендаций согласно ГОСТ 26645-85» [5]. «Класс точности размеров и масс девятый. Ряд припусков выбираем четвертый. Выбор и назначение допусков осуществляем по второму ряду» [5]. Результаты расчетов приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Операционные размеры заготовки – отливки

Номинальный размер, мм.	Припуск, мм.	Допуски, мм.	Операционный размер, мм.
218	6,5	$\pm 2,8$	$231,6 \pm 2,8$
127	3,8	$\pm 1,8$	$134,6 \pm 1,8$
96,4	3,8	$\pm 1,6$	$104 \pm 1,6$
53	3,5	$\pm 1,2$	$60 \pm 1,2$
90	3,4	$\pm 1,4$	$96,8 \pm 1,4$
Примечание: припуски указаны на диаметр.			

«Определим объём заготовки:

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5, \quad (1)$$

где V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 – элементарные объёмы частей заготовки, мм^3 » [5].

$$V = \frac{\pi d^2 l}{4}, \quad (2)$$

где d – диаметр соответствующего элемента, мм;

l – длина соответствующего элемента, мм» [5].

$$V_{\text{заг}} = 215241,50 + 1675535,40 + 400585,50 - 154354,55 - 354493,44 = 1782514,41 \text{ мм}^3$$

Масса заготовки составит 14 кг:

Рассчитываем коэффициент использования материала. Масса детали равна согласно чертежа $q = 8,6$ кг.

$$K_{\text{им}} = \frac{q}{Q} = \frac{8,600}{14} = 0,61$$

«Расчет заготовки проводим с помощью рекомендаций согласно ГОСТ 75.05-89» [6]. «Класс точности поковки Т2. Назначаем припуски и допуски на штамповку стальных поковок назначают по ГОСТ 7505-71» [6].

«Штамповочные уклоны не менее $2^\circ \dots 3^\circ$ и радиусы закруглений $R=2 \pm 1$ мм назначаем по ГОСТ 7505-71» [6]. Все расчеты сведем в таблицу 6.

Таблица 6 - Операционные размеры заготовки – штамповки.

Номинальный диаметр, мм	Припуск, мм	Допуски, мм	Операционный размер, мм
218	1,25	$+1,44$ $-1,2$	$+1,44$ $219,25 -1,2$
127	1,25	$+1,44$ $-1,2$	$+1,44$ $128,25 -1,2$
96,4	1,0	$+1,4$ $-0,8$	$+1,4$ $97,4 -0,8$
53	0,7	$+0,66$ $-0,55$	$+0,66$ $53,7 -0,55$
90	0,9	$+1,05$ $-0,7$	$+1,05$ $90,9 -0,7$

«Определим толщину пояска h_0 , мм.

$$h_0 = C_0 \cdot \sqrt{F_{\text{пок}}} = 2,91 \approx 3 \text{ мм} \quad (3)$$

где $C_0=0,015$ – поправочный коэффициент;

$F_{пок} = 37735 \text{ мм}^2$ - площадь поковки в плане» [6].

«Назначаем ширину мостика облойной канавки $l=12 \text{ мм}$ » [6].

«Определим объем заготовки $V_{заг}$, мм.

$$V_{заг} = V_{п} + V_{у} + V_{о}, \quad (4)$$

где $V_{п}$ – объем поковки, мм^3 ;

$V_{у}$ – объем угара, принимают 0,7% от $V_{п}$, мм^3 ;

$V_{о}$ – объем облоя, мм^3 » [6]

«Объем поковки определим, используя выражение (1)

$$V_{п} = 1358474,096 + 219499,394 - 372355,330 - 142612,888 + 369719,433 = 1432724,705 \text{ мм}^3.$$

$$V_{у} = 1432724,705 \cdot 0,007 = 100290,729 \text{ мм}^3 \text{» [6]}$$

«Объем облоя $V_{о}$ при штамповке определяемый по формуле:

$$V_{о} = \xi \cdot F_{м} \cdot (P_{п} + \xi \cdot \pi \cdot l) \quad (5)$$

где ξ – коэффициент, сечения получаемого облоя;

$F_{м}$ – площадь поперечного сечения мостика;

$P_{п}$ – периметр поковки» [5].

Определим объем заготовки.

$$V_{заг} = 1432724,705 + 100290,729 + 12872,587 = 1545888,021 \text{ мм}^3$$

Тогда масса поковки составит 12,135 кг.

Рассчитываем коэффициент использования материала. Масса детали равна согласно чертежа $q = 8,6 \text{ кг}$.

$$K_{им} = \frac{q}{Q} = \frac{8,600}{12,135} = 0,71$$

«Экономическое обоснование выбора метода получения заготовок проводим на основе данных:

Стоимость заготовки рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ЗАГ}} = (C_i \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\Pi}) - S_{\text{ОТХ}} \cdot (Q - q), \quad (6)$$

где C_i – базовая стоимость получения заготовок, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

k_T – коэффициент точности;

k_c – коэффициент сложности;

k_B – коэффициент марки материала;

k_M – коэффициент массы заготовки;

k_{Π} – коэффициент объема производства;

$S_{\text{ОТХ}}$ – стоимость отходов механической обработки в виде стружки, руб.;

q – масса детали, кг» [4].

Стоимость заготовки получаемой штамповкой равна.

$$\begin{aligned} S_{\text{ЗАГ}} &= (56,11 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - 1,82 \cdot (1,8 - 1,2) = \\ &= 76,28 \text{ р.} \end{aligned}$$

Стоимость заготовки получаемой литьем равна.

$$\begin{aligned} S_{\text{ЗАГ}} &= (70,3 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - 1,82 \cdot (2,0 - 1,2) = \\ &= 95,85 \text{ р.} \end{aligned}$$

При заданной годовой программе в заданной отрасли выгоднее производить заготовку методом штамповки.

Для обеспечения точности осевых размеров наилучшим вариантом было бы использование торца 11, так как он является основной конструкторской базой. Однако использование комплекта баз 2 и 11 не приемлемо, так как не обеспечивает надежного закрепления фланца в

патроне. «В качестве черновых технологических баз, используемых при первом установе заготовки» [6], выбираем цилиндрическую поверхность 28, за исключением линии разъема, (см. рис. 1.1) и торец 27 [11]. Полученные результаты сведены в таблицу 7.

Таблица 7 – Маршруты обработки поверхностей

Номер и наименование операции	Содержание операции
05 заготовительная	формирование заготовки
10 термическая	улучшение
15 токарная	установ заготовки подрезка торца 11, подрезка торца 9, точить поверхности 7, фаску 6, 5 точить поверхности 1, 12 точить канавку 3, 10 и фаску 30
20 токарная	установ заготовки подрезка торца 27, 26 подрезка торца 23, 24, 21, 28 точение поверхности 19, 18 точение фаски 15, 25, 22
25 токарная	установ заготовки точение поверхности 2, 11, 1
30 протяжная	установ заготовки протягивание поверхностей 7, 8
35 зубодолбежная	установ заготовки долбление поверхностей 29, 28, 18, 17
40 сверлильная	установ заготовки сверление отверстий 14
45 термическая обработка	цементирование поверхностей 28, 29, 17, 18, 2, 11, 1
50 шлифовальная	установ заготовки шлифование поверхностей 2, 11
60 моечная	
65 контрольная	

«Для расчета припуска точных поверхностей будем применять расчетно-аналитическую методику» [21]. Расчет ведем для поверхности 2.

«Определение минимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (7)$$

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [21].

«Величина дефектного слоя определяется по формуле:

$$a = Rz + h, \quad (8)$$

где Rz – среднеарифметическая величина микронеровностей профиля поверхностного слоя, мм;

h – глубина дефектного слоя образовавшегося от предыдущей обработки, мм» [21].

«Величина суммарных пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\Delta = 0,25 \cdot Td, \quad (9)$$

где Td – поле допуска выполняемого размера, мм» [21].

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (10)$$

где Td_i – поле допуска выполняемого размера, мм;

Td_{i-1} – поле допуска выполняемого размера на предыдущем переходе, мм» [21].

Результаты расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Определение припусков заготовки поверхности $\varnothing 80^{+0.023}$

№ пе ре хо да	Перехо д обрабо тки поверх ности	Элементы припуска					Расчетн ый размер, d р	Допуск ,б,мм	Предельный размер, мм		Предельные размеры припусков, мкм	
		Rz	T	ρ	ε	$2Z_{min}^P$			dmin	dmax	2Zmin	2Zmax
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Загот	40	90	78			82,785	0,250	82,535	82,785		
2	Р	12,8		2,7	180	2*596	81,977	0,100	81,877	81,977	1192	1342
3	Рп	10			9	2*22	80,021	0,062	81,959	80,021	44	82
4	Рч	6,4				2*10	80,041	0,041	80,000	80,041	20	41
5	Шп	3,2				2*55	80,023	0,023	80,000	80,023	10	23
	Итого										1266	1488

«Смещение по поверхности разъёма штампов 0,2 мм, изогнутость и отклонения от плоскостности и прямолинейности 0,4 мм, минимальная величина радиусов скруглений 2,5 мм, величина остаточного облоя 0,7 мм, отклонения от соосности 0,01 мм» [7].

«Технические параметры заготовки, а также сама спроектированная заготовка представлены в виде чертежа в графической части работы» [7].

2.2 Разработка плана изготовления детали

На основе типовых маршрутов содержащихся в литературе [13, 14] проектируем содержание операций плана изготовления детали. «Следует учитывать протяженность и форму обрабатываемых поверхностей детали, их точность, шероховатость, твердость. Достижение заданных параметров происходит поэтапно» [13, 14], точность поверхности за каждый переход можно понизить максимум на два качества, а параметр шероховатости

снижается максимум в четыре раза. Сформированный маршрут изготовления шестерни приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Маршрут изготовления шестерни

№ операции	№ обрабатываемых поверхностей	Маршрут изготовления поверхности
15	1, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 3, 10, 30	«установ заготовки подрезка торца 11, подрезка торца 9, точить поверхности 7, фаску 6, 5 точить поверхности 1, 12 точить канавку 3, 10 и фаску 30» [13]
20	27, 26, 23, 24, 21, 28, 19, 18, 15, 25, 22	«установ заготовки подрезка торца 27, 26 подрезка торца 23, 24, 21, 28 точение поверхности 19, 18 точение фаски 15, 25, 22» [13]
25	2, 11, 1	«установ заготовки точение поверхности 2, 11, 1» [13]
30	7, 8	«установ заготовки протягивание поверхностей 7, 8» [13]
35	29, 28, 17, 18	«установ заготовки долбление поверхностей 29, 28, 18, 17» [13]
40	14	«установ заготовки сверление отверстий 14» [13]
50	2, 11	«цементирование поверхностей 28, 29, 17, 18, 2, 11, 1» [13]

Содержание каждой операции укрупняется путем объединения равных по параметрам точности и шероховатости параметрам обработки. Результат обработки детали отражается в эскизе операции, на котором показывают все обрабатываемые поверхности, нанесены условные обозначения схемы базирования и операционные размеры. [18].

На операции 20 чистовыми технологическими базами при обработке пов. 26, 27, 23, 24, 21, 28, 18, 19, 15, 25, 22 служат: технологическая база – ось пов.2, вспомогательная база – торец 11,

На операция 25 чистовыми базами при обработке 1, 2, 11 служат: «технологическая база – ось 28, реализуемая при установке заготовки поверхностью 28 в самоцентрирующее устройство; явная база – торец 27, реализуемая при его контакте с установочным элементом приспособления» [14].

На операции 30 при обработке шлицов чистовыми технологическими базами служат: технологическая база – ось по поверхности заготовки 7; явная база – торец 24.

На операции 35 при обработке долблением поверхностей 17, 18, 28, 29 технологическими: база по поверхности заготовки 2 и торец 11.

На операции 40 база – ось 8, и торец 9, «реализуемая при его контакте с установочными элементами приспособления» [13, 14].

На операции 45 чистовыми технологическими базами при шлифовании поверхностей 1, 2 служат: ось 8, торец 9, «реализуемые при его контакте с установочными элементами приспособления» [13, 14].

Маршрут изготовления приведен в маршрутной карте (приложение А). План изготовления показан на отдельном чертеже графической части.

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

«Выбор конкретных моделей станочного оборудования и оснащения произведем с использованием данных» [10, 22, 23].

«Металлорежущий инструмент должен обеспечивать заданную точность и производительность обработки, обладать необходимой стойкостью, быть быстро переналаживаемым» [2, 22].

«Контрольные средства должны обеспечивать заданную точность контроля, отвечать требованиям по безопасности эксплуатации, надежности

и универсальности» [3, 22].

«Результат выбора оборудования и технологической оснастки для обработки шестерни» [3] представлен в таблицы 6.

«Оборудование должно обеспечивать базирование детали на рабочем столе. При этом должен быть обеспечен доступ режущего инструмента в рабочую зону станка, и приспособления» [3].

Таблица 6 – Необходимое техническое оборудование и оснастка

Операция плана изготовления	Станочное приспособление	Режущий инструмент, геометрия, тип	Режущий материал
15 токарная	«пневматический самоцентрирующийся патрон» [3]	«токарный позрезной резец $\phi=90$ ГОСТ 19045-80» [3]	T5K10
		«токарный проходной резец $\phi=90$ ГОСТ 19043-80» [3]	T5K10
		«токарный проходной резец $\phi=45$ ГОСТ 19058-80» [3]	T5K10
		«оправка расточная $\phi=45$, $\phi=90$ ГОСТ 39147-89» [3]	MC2215
20 токарная	«пневматический самоцентрирующийся патрон» [3]	«токарный позрезной резец $\phi=90$ ГОСТ 18871-73» [3]	T5K10
		«токарный проходной резец $\phi=90$ ГОСТ 18879-73» [3]	T5K10
25 токарная	«пневматический самоцентрирующийся патрон» [3]	«токарный позрезной резец $\phi=90$ ГОСТ 18871-73» [3]	T5K10
		«токарный проходной резец $\phi=90$ ГОСТ 18879-73» [3]	T5K10
30 протяжная	«специальное приспособление» [3]	«протяжка шлицевая» [3]	P6AM5
35 зубодолбежная	«цанговое приспособление» [3]	«долбяк зуборезный тип 1 ГОСТ 9323-89» [3]	BK30
40 сверлильная	«специальное приспособление» [3]	«сверло спиральное ГОСТ 4010-77» [3]	P6M5
50 шлифовальная	«специальное приспособление» [3]	«шлифовальный круг ГОСТ 2679-73» [3]	ЭБ18

«При проектировании технологических наладок в графической части исходные данные по оборудованию, оснастке и режущему инструменту будут приведены, согласно приведённых данных. В случае если какое-либо оборудование или средства оснащения не могут обеспечить необходимые

параметры качества обработки, необходимо их заменить или модернизировать» [12].

Полученные данные заносим в маршрутную карту и операционные карты (приложение А).

2.4 Проектирование операций технологического процесса

Режимы обработки определим по методике, предусматривающей использование опытно-статистических данных [16]. «Определяем глубину резания, которая равна максимальному припуску на выполнение данной операции и может быть ограничена техническими возможностями станка. Глубина резания назначается из условия обеспечения станком требуемой мощности резания» [16]. «Подача на выполнение операций назначается с учетом исходных данных для оборудования. На операции 15 и 20 представленных в наладках проводим расчет режимов резания расчетно-аналитическим способом с использованием эмпирических зависимостей» [4].

«На остальные поверхности режимы определяем табличным способом» [24, 25]. «Переход подрезки торца 9 детали» [3]. Геометрия инструмента. Передний угол равен 6 градусов. Задний угол равен 5 градусов. Угол в плане равен 90 градусов. «Материал резца твердый сплав Т5К10» [4]. «Глубина резания $t=1.4$ мм. Подача $S=0,4$ мм/об. Среднее значение стойкости при одноинструментальной обработке $T=60$ мин» [4]. «Затем определяется скорость резания по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (11)$$

где V_T – нормативная скорость резания, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от характеристик обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от характеристик инструментального материала;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки» [16].

Далее по полученной расчетной скорости резания, определяется частота вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (12)$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности или режущего инструмента, мм» [16].

«Затем полученное значение частоты вращения округляют до ближайшего по паспорту станка и пересчитывают заново скорость резания, которую и принимают за фактическую. Нормы на выполнение операций определяются с применением расчетно-аналитического метода» [20].

Согласно данной методике, сначала рассчитывается длина рабочего хода инструмента на всю операцию по формуле:

$$L_{p.x.} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (17)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [20].

«Затем, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}, \quad (18)$$

где S – подача, мм/об» [20].

Остальные режимы резания считаем аналогично. Результаты расчетов сведем в таблицу 7.

По результатам расчетов режимов резания на каждой операции и по переходам определяем нормы времени необходимые для реализации

спроектированного варианта технологического процесса изготовления шестерни.

«Данные приведены по переходам спроектированных операций, и привязаны к номеру инструмента, что упрощает наладку станка» [20].

Таблица 7 - Итоговая таблица режимов резания по операциям техпроцесса

Номер и наименования операции	Номер инструмента	t , мм	V , м/мин	n , об/мин	S_0 , мм/об	$S_{мин}$, мм/мин	T_o , мин
15 токарная	1	1,4	80,5	712	0,4	285	0,207
	2	1,0	113	1054	0,45	475	0,073
	3	0,35	132	1260	0,45	567	0,03
	4	0,15	132	1260	0,45	700	0,02
20 токарная	1	1,4	120	950	0,2	191,49	0,239
	2	1,0	106	890	0,17	151,3	0,208
25 токарная	1	1,2	120	950	0,3	202,89	0,180
	2	0,5	108	1000	0,7	198,75	0,118
30 протяжная		4,28	5	-	0.11	-	0,031
35 зубодолбежная	1	8,8	6,5	1	1,4	120	0,545
	2	8,8	6,5	1	1,4	120	0,655
40 сверлильная	1	5,5	24,5	708	0,28	198	0,271
50 шлифовальная		4	37	74	3,0	221,7	0,38

«Величину штучно-калькуляционного времени на каждую операцию» [20] определяем по формуле:

$$T_{шт.к} = T_o + T_v + T_{то} + T_{оо} + T_{отл} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (19)$$

где T_o – основное (технологическое) время операции, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

$T_{т.о.}$ – время технического обслуживания рабочего места, мин;

$T_{o.o.}$ – время организационного обслуживания рабочего места, мин;
 $T_{от.л.}$ – время на отдых и личные надобности рабочего, мин;
 $T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время, мин;
 n – размер партии обрабатываемых изделий, шт» [16].

Количество деталей n в партии можно определить по формуле:

$$n = \frac{T_{пз}}{T_{шт} \cdot a}, \quad (20)$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин.

$a = 0,05$ – коэффициент серийности производства» [20].

Расчет норм времени на каждую операцию сведем в таблицу 8.

Таблица 8 - Результат нормирования штучного времени техпроцесса

Норма времени, мин	«Номера операций технологического процесса» [20]						
	15	20	25	30	35	40	50
Базовый элемент							
машинное время	0,616	0,448	0,931	0,731	1,656	0,547	0,38
вспомогательное время	0,351	0,326	0,814	0,514	1,896	0,446	0,348
штучное время	0,967	0,774	0,945	0,545	3,552	0,993	0,728
штучно-калькуляционное время	1,037	0,821	0,997	0,597	2,395	1,086	0,809
Проектный вариант							
машинное время	0,330	0,385	0,631	0,031	1,200	0,547	0,38
вспомогательное время	0,351	0,286	0,514	0,501	0,868	0,446	0,348
штучное время	0,649	0,675	0,557	0,545	1,975	0,993	0,728
штучно-калькуляционное время	0,713	0,821	0,597	0,597	1,698	1,086	0,809

Результаты расчетов режимов резания и норм времени позволяют выполнить наладку выбранного ранее станочного и технологического

оснащения с выполнением заложенных в расчетах технологических требований и параметров точности поверхностей шестерни, которые определены ее конструкцией для выполнения служебного назначения.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка цангового патрона

Проектирование приспособления осуществляем для зубодолбежной операции 040. Недостатками, на решение, которых направлено проектирование, является низкая точность позиционирования детали низкая производительность обработки в связи с необходимой загрузкой и «установкой детали механическим способом» [9]. Решение данного недостатка возможно путем «проектирования патрона для данной операции с гидравлическим приводом» [26].

Схема упрощенной конструкции и схема закрепления цангового патрона, изображены на рисунке 2.

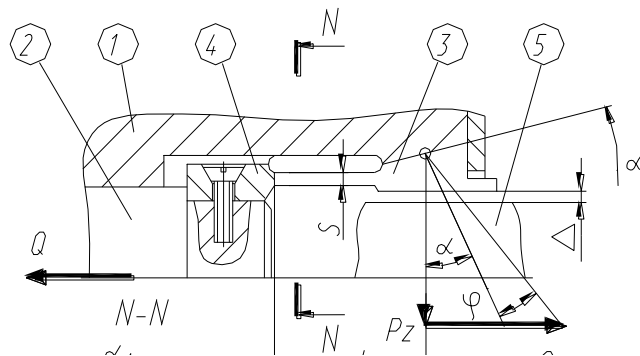


Рисунок 2 - Механизм цангового патрона.

Для достижения необходимой точности обработки базовую поверхность заготовки устанавливаемой в цанговом патроне «следует обрабатывать по 6-9-му квалитетам точности» [26].

При закреплении заготовки смещается по оси на величину y , определяемую по формуле (21):

$$y = \frac{A}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (21)$$

где, A - зазор между цангой и заготовкой, мм;

α - угол конуса цанги, град» [26].

Сила зажима цанги определяется по формуле (22):

$$N = (Q + Q') \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{B}{2} + \varphi \right), \quad (22)$$

«где, Q - сила закрепления заготовки;

Q' - сила сжатия лепестков цанги;

φ - момент трения между цангой и корпусом, Н;

B – коэффициент трения» [26].

«Силу закрепления заготовки определим по формуле (23):

$$Q = \frac{k \cdot \sqrt{\frac{M^2}{r^2} \cdot P^2}}{f_1}, \quad (23)$$

где, $k = 2$ – коэффициент запаса;

M - момент передаваемый цангой;

r - радиус заготовки в месте крепления;

P - осевая сила, сдвигающая заготовку;

f_1 - коэффициент трения между цангой и заготовкой» [26].

«Сила сжатия лепестков цанги Q' » [26], определим по формуле (24), учитывая, что цанга выполнена с числом лепестков равным $n = 4$.

$$Q' = 2 \cdot 10^3 \frac{A \cdot S \cdot D^3}{L^3}, \quad (24)$$

где, S - толщина стенки лепестка цанги, мм;

D - наружный диаметр поверхности лепестка, мм;

L - длина упругой части лепестка цанги, мм;

Подставив необходимые данные в формулы (10.2)-(10.5), получим следующие результаты:

$$Q = \frac{2 \cdot \sqrt{\left[\frac{23,2^2}{(32,5 \cdot 10^{-3})^2} \right] + (1019,796^2)^2}}{0,15} = 16320 \text{ Н.}$$

$$N = (16320 + 34992) \cdot \operatorname{tg}(15 + 9,09) = 22845,574 \text{ Н.}$$

Таким образом, полученное расчетным путем усилие зажима цанги N можно использовать для дальнейшего проектирования патрона цангового.

Согласно имеющимся в [17] данным для начала необходимо рассчитать усилие зажимного привода, при этом используется следующая формула (25):

$$\theta = \frac{N}{i}, \quad (25)$$

где i – поправочный индекс по силе зажимного механизма.

В нашем случае $i = 1$, т.к. конструкцией не предусмотрено наличие каких-либо рычажных устройств.

Далее, согласно расчету, необходимо определить диаметр поршня цилиндра силового привода, по формуле (26):

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (26)$$

где, P - давление рабочей среды в магистрали станка, МПа.

Различают: $P=0,4$ МПа для пневмопривода, $P=2,5$ МПа, 5 МПа, 7,5 МПа для гидропривода. Давление в расчете нужно подставлять такое, чтобы значение диаметра $D < 120$ мм. В зависимости от этого определяется тип силового привода, используемый в данном приспособлении.

Затем определяем ход поршня цилиндра по формуле(27):

$$S_{\theta} = \frac{S_w}{in}, \quad (27)$$

где, S_w - свободный ход лепестков цанги, равный 5 мм;

i_n – передаточный индекс по перемещению, определяемый по выражению:

$$i_n = \frac{1}{i}, \quad (28)$$

Проведя расчеты по формулам (10.3) - (10.8), в результате получим :

$$\theta = \frac{22845,574}{1} = 22845,574 \text{ Н.}$$

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{22845,574}{5}} = 76,5 \text{ (120 мм.)}$$

$$S_\theta = \frac{5}{1} = 5 \text{ мм}$$

Оценив результаты вычислений, был сделан вывод, что в качестве силового используется гидропривод. Теперь используя справочные данные источника [1], подберем тип соответствующего гидроцилиндра. По ГОСТ 19900-74 определяем тип гидроцилиндра "укороченные гидроцилиндры двустороннего действия" номером 7021-0274, исполнения 1. Для него принят стандартный диаметр поршня гидроцилиндра равный $D=80$ мм. Выбор такого гидроцилиндра объясняется необходимостью наличия малых перемещений поршня при передаче ему больших мощностей, усилия, давления масла и выполнения условий жесткости его конструкции.

При проектировании приспособления особое внимание было уделено вопросам обеспечения технологичности сборки и разборки приспособления, его базирования и крепления на рабочем столе станка, применения унифицированных и стандартных элементов конструкции, а также вопросам размеров рабочей зоны станка.

Для оценки разработанной конструкции приспособления с точки зрения обеспечения выполнения требований по точности установки заготовки в приспособлении. Расчет проводится согласно методике

изложенной в источнике [14]. Данная методика основана на сравнении суммарной погрешности установки, представляющей собой среднее геометрическое из допусков на каждый размер, контактирующих при зажиме заготовки в приспособлении, поверхностей и тем самым влияющих на точность получаемых на данной операции поверхностей, вследствие возникающей погрешности установки.

При расчете необходимо использовать формулу(29):

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2} \leq 0,3Td \quad , \quad (29)$$

где $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \Delta_5$ - соответственно допуски на размеры патрона цангового и установочного размера базовой поверхности заготовки, мм;

Δ_6 - допуск по соосности заготовки и приспособления, мм.

В соответствии со справочными данными источника [1] определены все значения допусков на размеры и отклонения. Подставив эти данные в формулу (29) получим:

$$\begin{aligned} \varepsilon_y &= \frac{1}{2} \cdot \sqrt{0,019^2 + 0,022^2 + 0,019^2 + 0,019^2 + 0,074^2 + 0,016^2} = \\ &= 0,0427 \text{ мм.} \end{aligned}$$

На основе данных научной литературы и проведенных исследований необходимо ввести поправочный коэффициент для цанговых патронов, определяемый по данным источника [13]. Для нашего случая он равен: $k=0,3$. Получаем следующее:

$$\varepsilon'_y = 0,0423 \cdot 0,3 = 0,0128 \text{ мм}$$

Полученное значение погрешности установки меньше допуска на обрабатываемый размер:

$$0,0128 \leq 0,0427 \text{ мм.}$$

На основании этого можно отметить, что спроектированное приспособление соответствует по точности установки необходимым условиям по обработке и способно при этом реализовать теоретическую схему базирования.

Конструкция спроектированного приспособления изображена на чертеже. Элементы подвода резонансной частоты условно не показаны.

Патрон цанговый применяется в процессе нарезания зубьев колес методом долбления. Патрон цанговый содержит цангу 1, представляющую собой полый цилиндр с продольными выточками в ней, тем самым образуя лепестки цанги. Лепестки цанги имеют базовую часть осуществляющие базирование и закрепление заготовки выполненную в виде конуса с углом 30^0 и установочную часть, посредством которой осуществляется крепление цанги к ползуну 2 при помощи болта 21. Данная конструкция в сборе размещается внутри корпуса патрона цангового 3. Ползун 2 представляет собой двухступенчатый валик, наружная цилиндрическая поверхность и базовая часть помещены в корпусе 3 по переходной посадке с минимальной величиной зазоров. Внутри корпуса 3 располагается гидроцилиндр, состоящий из корпуса гидроцилиндра 4 и нижней крышки 5. Внутри гидроцилиндра имеется шток 6 и поршень 7, выполненные как цельнолитая конструкция. В отверстие внутри штока посредством резьбы ввинчивается резьбовая часть ползуна 2. Крепление гидроцилиндра к корпусу 3 осуществляется с помощью болтов 22. Регулировка длины хода лепестков цанги осуществляется при помощи кольца 13.

Данным способом осуществляется целостность конструкции патрона цангового. Корпус 3 в свою очередь также крепится при помощи болтов 24 к поворотному столу станка 8 в имеющееся отверстие которого входит установочная часть крышки 5, выполненная по шестому качеству точности.

Таким способом происходит базирование и крепление патрона цангового на столе 8 долбежного станка.

В корпусе патрона цангового 3 имеются отверстия, внутри которых впрессованы втулки 9, сообщающиеся с каналами гидроцилиндра. Сверху на корпус патрона надето кольцо, внутри которого также имеются каналы сообщающиеся с продольными цилиндрическими выточками.

Герметичность конструкции обеспечивается наличием уплотнительных колец 25, 26. Герметичность гидроцилиндра обеспечивается наличием колец 27, 28, 29, 30 и уплотнениями 35.

Кольцо состоит из корпусной части 10 и сменной части 11, которые соединены между собой болтами 23. В резьбовые оконечности имеющихся внутри сменной части кольца 11 каналов ввинчиваются штуцеры 31, необходимые для подвода и отвода масла в гидроцилиндр патрона.

В исходном положении заготовки помещена своей цилиндрической поверхностью 3 во внутрь разжатой цанги 1, при этом заготовка опирается торцем 4 на усики базовой части лепестков цанги 1. Между лепестками цанги 1 имеется зазор. Внутренние полости гидроцилиндра 4, равно как и все каналы гидроцилиндра и кольца, заполнены рабочей средой - маслом.

Для совершения рабочего хода-закрепления и базирования заготовки, масло под рабочим давлением подается из центральной магистрали станка через штуцер 31, каналы кольца, выточки кольца, отверстие корпуса и каналы гидроцилиндра в рабочую полость гидроцилиндра над поршнем 7. В результате возникшей разности давлений над поршнем и под поршнем он начинает двигаться вниз, а вместе с ним шток 6, ползун 2 и цанга 1. Лепестки цанги 1 конической своей частью скользят вниз, и зазор Δ между лепестками цанги и цилиндрической поверхностью 3 уменьшается. Заготовка также опускается вниз, оставаясь на усиках до момента, когда торец 4 заготовки не коснется (упрется) в накладку 12 корпуса патрона 3.

Таким образом, осуществляется закрепление и базирование заготовки в патроне цанговом. После остановки движения поршня вниз, подача масла прекращается и благодаря установившемуся давлению в полости гидроцилиндра заготовка надежно фиксируется в приспособлении.

В течение всего времени движения поршня 7 вниз, масло из рабочей полости под ним вытекает из рабочей полости под ним и через каналы гидроцилиндра, отверстия в корпусе 3, каналы кольца и штуцер 31 идет обратно на слив в центральный бак гидро-магистральной станка. Во время обработки заготовки детали корпус 3 патрона вращается вместе со столом 8 станка, кольцо при этом неподвижно. Масло, заполнив выточки кольца, обеспечивает сообщение маслом каналов гидроцилиндра и каналов кольца во время вращения корпуса патрона 3.

По окончании рабочих ходов все движения долбяка. и приспособления прекращаются, корпус патрона 3 уже не вращается, происходит разжим заготовки. При разжиге меняется направление подачи масла. Оно теперь подается в штуцер 31, давление в полости под поршнем 7 растет и он, вытесняя масло из полости над ним, начинает двигаться вверх. Лепестки цанги 1 поднимаются, базовая часть толкает усики торец 4 детали вверх. В процессе этого зазор увеличивается, и усики 12 выталкивают детали из цанги 1 – разжим завершен. Масло остается под давлением в полости под поршнем 7. Заготовку детали убирают из рабочей зоны станка и на ее место ставится следующая. Затем цикл повторяется заново, в том же порядке.

Спроектированное приспособление (Приложение Б.) «обеспечивает автоматизацию закрепления и отвечает требованиям по точности установки» [26], цель его проектирования можно считать достигнутой.

3.2 Разработка зуборезного долбяка

Долбяки для нарезки внутреннего венца требуют от геометрии режущей части переменную форму передней и задней поверхностей. Одним из вариантов такого исполнения является долбяк с эвольвентовидной задней и фасонной передней поверхностями [16]. Долбяки данной конструкции обладают высокой стойкостью и обеспечивают необходимую точность обработки. Причиной этого является наличие фасонной передней

поверхности, значительно повышающей точность профилирующей режущей кромки, что существенно улучшает качество, эксплуатационные характеристики и точность обрабатываемых зубчатых колес.

Профилирование таких долбяков заключается в определении их режущей кромки, представляющей собой линию пересечения исходной эвольвентой цилиндрической поверхности долбяка и задней плоской боковой поверхности его зуба. При этом положение задней поверхности выбирают так, чтобы обеспечить на режущей кромке оптимальный задний и передние углы, рисунок 4.

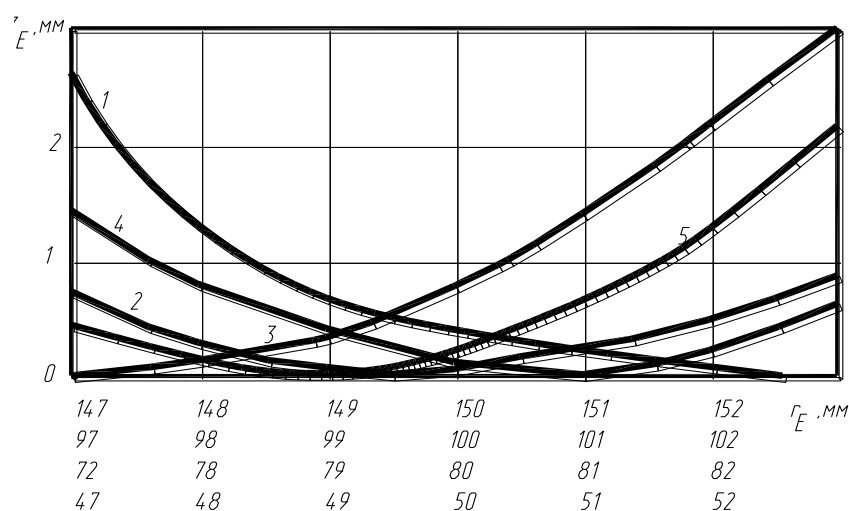


Рисунок 4 - Диаграмма выбора формы передней поверхности долбяка.

Рассмотренный способ профилирования долбяков позволяет упростить технологию их изготовления, а возможность выбора оптимальных геометрических параметров обеспечивает высокую точность процесса зубодолбления и высокое качество обрабатываемых колес.

Для заточки фасонной передней поверхности твердосплавных долбяков используют алмазные круги длительное время сохраняющие высокую точность профиля в условиях высокопроизводительной заточки.

Проведем проектирование геометрии долбяка. В исходном сечении долбяка высоту головки зуба $h_{ao(исх)}$ и ножки зуба $h_{fo(исх)}$ определим по формуле (9.1).

$$h_{ao(исх)} = h_{fo(исх)} = (h_a' + c') \cdot m, \quad (30)$$

где $h_a' = 1$ - коэффициент высоты;

$c' = 0,25$ - коэффициент радиального зазора;

Число зубьев долбяка z_o определим по формуле (31):

$$z_o = \frac{d_o}{m}, \quad (31)$$

где d_o – делительный диаметр, мм

m – модуль зубчатого зацепления.

Соответственно формуле (31) диаметры выступов и впадин можно найти по формулам (32) и (33):

$$d_{ao(исх)} = d_o + 2h_{ao(исх)}, \quad (32)$$

$$d_{fo(исх)} = d_o - 2h_{fo(исх)}, \quad (33)$$

Толщину зуба по делительной окружности определим по формуле (34):

$$S_{o(исх)} = \pi \cdot m - \left(\pi \cdot \frac{m}{2} \right), \quad (34)$$

Величина смещения исходного сечения А определяется по формуле (35):

$$A = X \cdot m \cdot ctg\alpha, \quad (35)$$

Минимальная толщина зуба по окружности выступов определяется по формуле (36):

$$S_{ao} = 0,51\sqrt{m}, \quad (36)$$

Радиус основного цилиндра долбяка определяем по формуле (37):

$$r_{eo} = \left(\frac{d_o}{2}\right) \cdot \cos \alpha_o, \quad (37)$$

где угол α_o передний угол долбяка, принимаем равным 6 градусов.

Ширина долбяка в главном сечении корпуса, определится из равенства(38):

$$B = (0,5/0,8) \cdot b_o + (0,5) \quad (38)$$

где b_o - ширина нарезаемого колеса, мм

Проведя необходимые вычисления по формулам, были получены следующие результаты. Высота головки и ножки зуба $h_{ao} = h_{fo} = 6,75$ мм. Число зубьев долбяка $z_o = 15$. Диаметр по окружности выступов $d_{ao} = 82,5$ мм. Диаметр по окружности впадин равны $d_{fo} = 67,5$ мм. Толщина зуба $S_o = 4,708$ мм. Ширина долбяка $B = 22$ мм.

По окончании расчета инструмента и его проектировании проводят проверку принятой величины смещения A в соответствии с ГОСТ 16532-70. В результате расчета получено неравенство:

$$A = 30,39 > 19,56 \text{ мм}$$

На основании этого результата делаем вывод о положительном результате спроектированного долбяка. Выполнение неравенства позволяет сделать заключение о том, что спроектированный на базе расчета долбяк,

используемый при долблении зубьев колес, обеспечивает отсутствие подрезания вершин зубьев колеса и отсутствие интерференции в передаче зубчатых колес. Отсутствие срезания головки зуба нарезаемого колеса при долблении и поэтому в последующей корректировке различных его геометрических параметров не нуждается.

Чертеж спроектированного инструмента приведен в графической части работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Раздел посвящен анализу безопасности и экологичности технологического процесса изготовления шестерни станка DMTG TD500A.

Целью раздела является выполнение анализа конструкторско-технологических характеристик спроектированной технологии изготовления детали, выполнить оценку экологичности и безопасности, и предложить комплекс средств, направленных на сокращение антропогенного влияния производственных условий.

На первом этапе анализа выполним оценку технологического процесса изготовления шестерни на наличие средств технологического оснащения и необходимого оборудования. Определим наименование должности работника, выполняющего комплекс работ по изготовлению детали.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 8 содержит характеристики выбранных операций.

Таблица 8 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы вещества
изготовление шестерни станка DMTG TD500A	токарная	оператор станков с ЧПУ	многоцелевой DMG MultiTool 800, токарный позрезной резец $\phi=90$ ГОСТ 19045-80, токарный позрезной резец $\phi=90$ ГОСТ 19045-80, пневматический патрон	сталь 40XH

Продолжение таблицы 8

	протяжная		вертикально-протяжной станок 7A724, протяжка Р6М5, оправка установочная,	
	зубодолбежная		зубодолбежный станок 5A140Ф3 долбяк зуборезный Р6М5, патрон цанговый	
	фрезерная		DMG Mori модели CTX 310 фреза, T15K10	
	шлифовальная		ЕМAG W 11 CNC круг абразивный A92M16, оправка цилиндрическая	

Составлена конструктивно-технологическая характеристика процесса изготовления шестерни. Определены виды выполняемых работ, должности работников, выполняющих работы на оборудовании, приведен перечень используемого оборудования, оснащение и материалы.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблицу 9 сведены данные о появляющихся при исполнении операций технологического процесса воспроизведения профессиональных рисках.

Таблица 9 - Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
токарная	химическое отравление, поражение электрическим током при неправильной эксплуатации оборудования, шум, вибрации,	смазывающе-охлаждающая жидкость, оборудование, обрабатываемая заготовка, инструмент, станок, технологическое оснащение
протяжная		
зубодолбежная		
фрезерная		
шлифовальная		

--	--	--

Продолжение таблицы 9

	загрязнение воздуха, стереотипные рабочие движения, применение поврежденного инструмента, нарушение организации рабочего места, искрообразование	
--	--	--

Анализ профессиональных рисков выявил источник возникновения опасных и вредных факторов технологического процесса изготовления шестерни станка. Это рабочая зона, оборудование и средства производства, техническое оснащение. Для из устранения необходимо применить методы и технические средства снижения рисков на производственном участке механической обработки.

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

В данном подразделе содержится информация о методах и средствах подавления влияния опасных производственных факторов, приведенных в предыдущем подразделе, на исполнение операций технологического процесса изготовления. Методы и средства приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и вредный производственный фактор	Организационные методы, технические средства	Средства защиты
вибрации	инструктажи по охране труда, устройства и приспособления, гасящие вибрации	ботинки с амортизирующими подошвами, вибропоглощающие перчатки
«акустические колебания в производственной среде и характеризующие повышенным уровнем и неблагоприятными характеристиками	«инструктажи по охране труда, приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума до предельно допустимых	противошумные вкладыши или наушники

шума» [12]	значений» [12]	
------------	----------------	--

Продолжение таблицы 10

«поражение электрическим током» [12]	«инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения» [12]	резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием, спецодежда
химическое отравление (через дыхательные пути)	вентиляция, инструктажи по охране труда	спецодежда
загрязнение воздуха	«вентиляция, инструктажи по охране труда» [12]	спецодежда
«стереотипные рабочие движения» [12]	инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов	-
«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [12]	«инструктажи по охране труда, устройства местного освещения» [12]	-
применение поврежденного инструмента	инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов	-
нарушение организации рабочего места	инструктажи по охране труда, устройства местного освещения	-
искрообразование	«инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения» [12]	резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием, спецодежда

Выполнен анализ информации о методах и средствах подавления опасных производственных факторов, проявляющихся при исполнении операций технологического процесса изготовления шестерни. На основании этого были определены необходимые организационные методы, технические средства и средства защиты персонала на рабочих местах. Это инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов, регламентные работы по вентиляции производственных помещений, проверка заземления оборудования, а также оснащение работников необходимыми персональными средствами защиты и спецодежда.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Цель данного подраздела – обезопасить объекты производства от угрозы возникновения пожаров. Приведенные ниже таблицы 11-13 содержат информацию об источниках пожарной безопасности и предназначенных для устранения угрозы пожара средствах.

Таблица 11 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
производственный участок	DMG MultiTool 800, 7A724, 5A140ФЗ, CTX 310, EMAG W 11 CNC	Д	неисправность электрооборудования, возгорание промасленной ветоши, искры и пламя	взрывы, изменение местоположения напряжения на токопроводящие элементы оборудования

На основе анализа опасных факторов пожара было предложено применять средства защиты и пожаротушения на участке, где будет реализован выпуск шестерни станка.

Таблица 12 - Средства защиты и пожаротушения

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	оборудование	инструмент	Средства индивидуальной защиты	Пожарные сигнализация, связь, оповещение
огнетушители, ящики с песком, ведра	автомобили, передвижные огнетушители	система пожаротушения автоматическая	рукава, гидранты	ведра, лопаты	противогазы, спецодежда, пожарный щит	звуковые автоматические оповещатели

Оснащение производственного участка предполагает использование первичных средств защиты персонала, оснащения производственного оборудования. В комплекс средств защиты также входят специальные мероприятия и инструктаж с персонала, задействованном на производстве.

Таблица 13 - Средства по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса» [12]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [12]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [12]
«технологический процесс изготовления шестерни станка» [12]	«разработка и реализация приказов и распоряжений в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, а также разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности; применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [12]	«пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [12]

Как показал анализ данных раздела 4.1 возникновение пожара является одним из наиболее опасных производственных факторов, возникающих при реализации производственного процесса изготовления шестерни. Для снижения влияния данного фактора выполнен выбор средств индивидуальной защиты персонала и средств пожаротушения, с учетом категории наиболее вероятного сценария возникновения возгорания на участке с производственным оборудованием. Мероприятия по обеспечению комплекса пожарной безопасности также включают организационные мероприятия по разработке инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара. Необходимо предусмотреть обучение работников объекта мерам пожарной безопасности. Организовать на участке проводимых работ применение средств наглядной агитации по обеспечению

пожарной безопасности. Обеспечить на участке наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Для определения структуры факторов влияния на экологичность и безопасность технологического процесса изготовления шестерни станка выполним анализ структурных элементов и факторы их опасного воздействия на окружающую среду. Результаты анализа приведены в таблицах 14 и 15.

Таблица 18 - Определение экологически опасных факторов объекта

Технологический процесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасное воздействие на атмосферу	Опасное воздействие на гидросферу	Опасное воздействие на литосферу
«технологический процесс изготовления шестерни станка» [12]	DMG MultiTool 800, 7A724, 5A140Ф3, CTX 310, EMAG W 11 CNC	стружка, пыль, токсические испарения	стружка, пыль, технические жидкости, растворы	стружка, пыль, технические жидкости, растворы, ветошь

Далее определим характер воздействия этих факторов на персонал производственных структур. «Далее разработаем мероприятия для снижения антропогенного из воздействия на предприятии» [12]. Разработанные рекомендации приведены в таблице 19.

Таблица 19 - Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

«воздействие» [12]	«технологический процесс изготовления шестерни станка» [12]
«на атмосферу» [12]	«фильтрационные системы для системы вентиляции участка» [12]
«на гидросферу» [12]	«локальная многоступенчатая очистка сточных вод» [12]
«на литосферу» [12]	«разделение, сортировка, утилизация на

Выполненный анализ исходных данных позволил произвести, исследования технологического процесса изготовления шестерни станка. В результате были рассмотрены и проанализированы базовые технологические операции спроектированной технологии - токарная операция, протяжная операция, зубодолбежная операция, «фрезерная операция, шлифовальная операция» [12].

Определены основные производственные риски, носящие определяющий характер на исполнение технологического процесса изготовления шестерни станка.

Выполнены анализ опасных факторов и выбраны методы и средства для снижения их негативного влияния персонал. Далее был выполнен анализ используемых структурных элементов, перечислены угрозы, источники возможного очага возгорания на участке.

Выполнен выбор оборудования для случая необходимости его устранения. Также определили экологически опасные факторы и выбрали мероприятия для снижения их влияния на экологическую безопасность и антропогенное воздействие на персонал.

Следовательно, можно считать цели данного раздела достигнутыми.

5 Экономическая эффективность работы

Для оценки «эффективности спроектированного варианта технологии необходимо рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений» [12].

«При написании бакалаврской работы было предложено изменить:

- оборудование на горизонтально-протяжной операции 030;
- оборудование на зубострогальных операциях 035 и 040;
- оборудование на торцекруглошлифовальных операциях 050, 055, 065 и 070;
- режимы резанья на внутришлифовальной операции 060» [12].

Эти изменения «привели к сокращению трудоемкости выполнения описанных операций, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в рамках раздела 5 бакалаврской работы» [12].

Все необходимые технические параметры, такие как: «основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки» [12], применяемые на операциях 030 – 070, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. «Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники: паспорт станка, данные предприятия по тарифам на энергоносители, сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники» [12].

С помощью программного обеспечения Microsoft Excel были рассчитаны «капитальные вложения по сравниваемым вариантам,

технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций, калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса, приведенные затраты и выбор оптимального варианта, показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [12, с. 15–23].

«Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 5, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 3369425,8 рублей» [12].

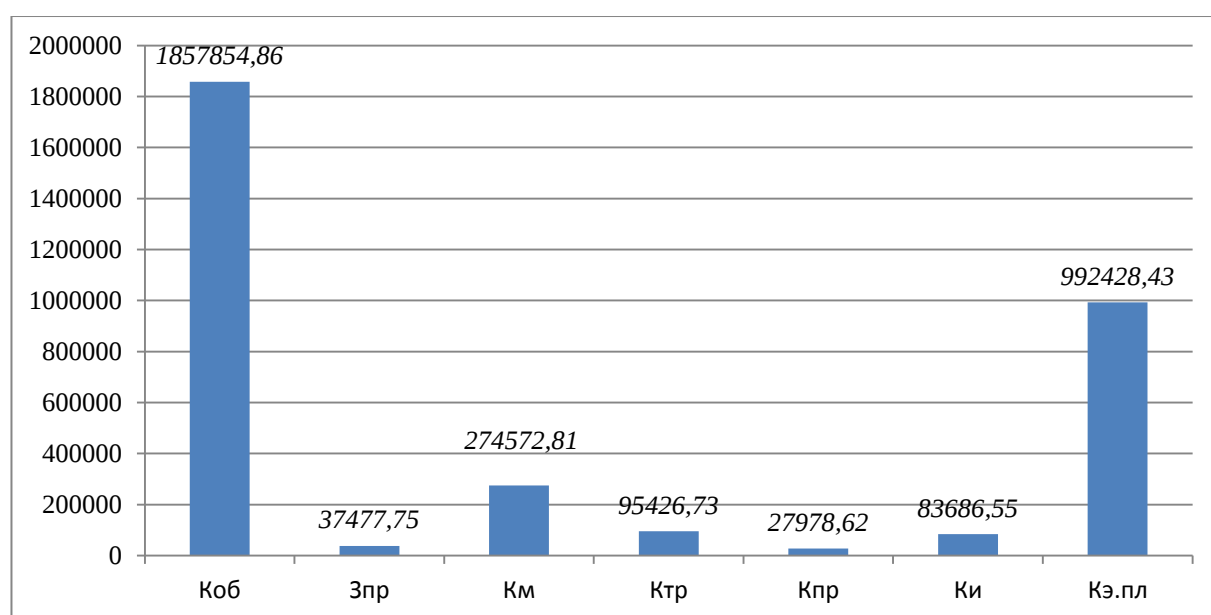


Рисунок 5 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что «самыми капиталоемкими затратами являются затраты с основное технологическое оборудование ($K_{ОБ}$), величина которых составляет 81,25 %» [12]. «Все остальные затраты находятся в объеме менее 19 % от общей величины капитальных вложений» [12].

На рисунке 6 представлены «параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали, по двум сравниваемым вариантам технологического процесса» [12].

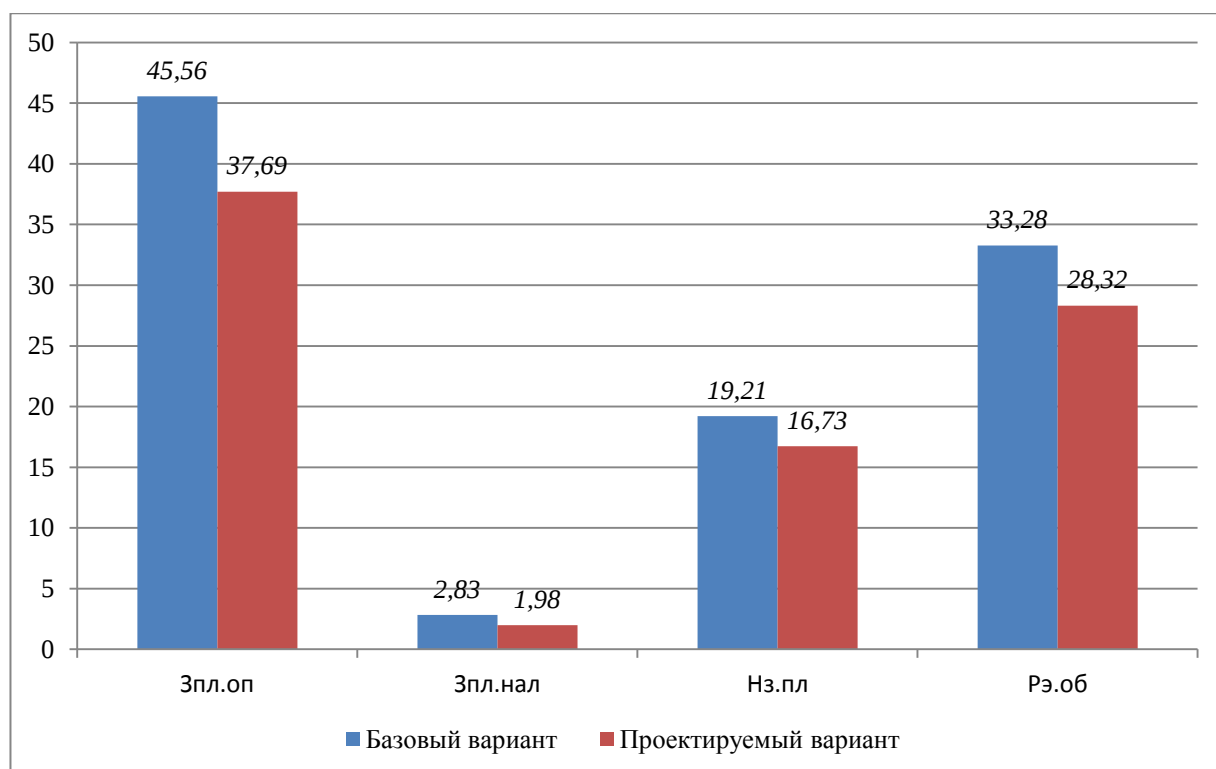


Рисунок 6 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали, по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 6, «значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а при определении разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния» [12].

Анализируя диаграмму на рисунке 6, видно, что «две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости. Первая это заработная плата оператора ($З_{пл.оп}$), необходимая на оплату труда рабочих операторов, занятых на перечисленных выше операциях, доля которой составляет 55,75 % для базового варианта и 50,48 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости» [12]. Вторая это расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. «Объем величины 41,11 % для базового варианта и 40,94 % для проектируемого

варианта, от всего значения технологической себестоимости» [12].

Данные параметры позволили сформировать «значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали по операциям технологического процесса» [12]. Они представлены на рисунке 7.

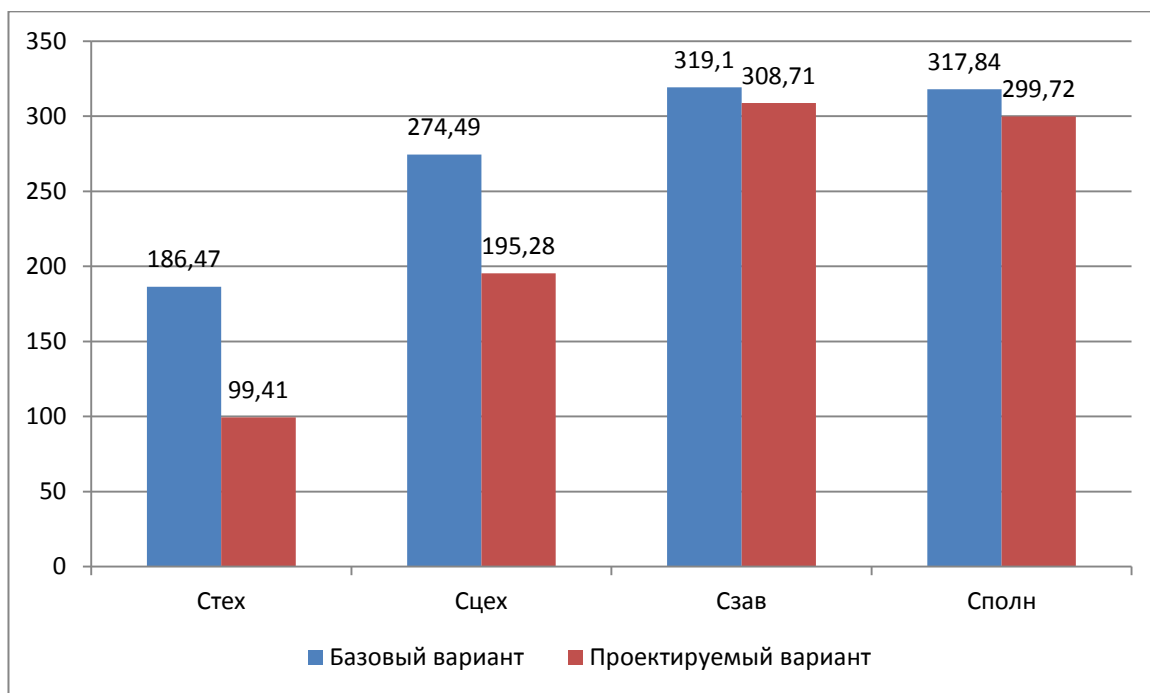


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

«Согласно рисунку 7, значение полной себестоимости ($C_{полн}$) для базового варианта составило 317,84 рубля, а для проектируемого варианта – 269,72 рубля. Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 3369425,8 рублей, окупятся в течение 3-х лет» [12]. Такой срок «является максимально допустимым для совершенствования технологического процесса. Проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход» [12]. «Величина данного показателя составляет 633783,24 рубля, что доказывает эффективность предложенных мероприятий. Значит, на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,26 рублей» [12].

Заключение

Работа выполнена в концепции проекта мероприятия которого направлены на обеспечение заданных параметров точности обработки шестерни на всем протяжении технологического процесса ее изготовления.

В первом разделе выполнен анализ технических требований служебного назначения детали и ее характеристик, сформулированы цели и задачи работы.

Определен тип производства и структура технологического процесса изготовления детали. Сформулированы задачи работы. Во втором разделе спроектирована технология изготовления детали, для этого за основу взят типовой технологический процесс. Выполнен выбор способа получения заготовки, определены ее размеры. Выбрано технологическое оснащение и оборудование. Спроектированы операции технологического процесса. Для зубодолбежной операции спроектирован инструмент повышенной стойкости и ремонтпригодности, а также цанговый патрон, позволяющий уменьшить силу резания и как следствие сократить длину резания.

Выполнена оценка спроектированной технологии изготовления детали, по вопросам безопасности и обеспечения экологичности ее реализации. В работе предложены мероприятия по снижению отрицательных воздействий на рабочем месте.

Выполнена оценка совокупных экономических параметров, рассчитаны нормы времени и показатели себестоимости для варианта спроектированной технологии. Сделан положительный вывод об эффективности мероприятий реализованных в работе.

Таким образом, задачи поставленные в ходе выполнения работы, достигнуты. В связи с этим цель данной выпускной квалификационной работы, которая заключалась в разработке технологического процесса изготовления шестерни можно считать достигнутой.

Список используемых источников

1. Безъязычный В. Ф. Метод подобия в технологии машиностроения : монография / В. Ф. Безъязычный. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 356 с. — ISBN 978-5-9729-0766-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115137.html> (дата обращения: 24.04.2022).

2. Обеспечение качества изделий в технологических комплексах / С. А. Чижик, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец [и др.] ; под редакцией М. Л. Хейфеца. — Минск : Белорусская наука, 2019. — 249 с. — ISBN 978-985-08-2442-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95463.html> (дата обращения: 24.04.2022).

3. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.

4. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. — Тольятти : ТГУ, 2018. — 203 с. [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 15.05.2022).

5. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М. : ООО ИД «Альянс», 2007 — 256 с.

6. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. — Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. — 41 с. [Электронный ресурс]. — URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 10.05.2022).

7. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски,

припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.

8. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 179 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75160> (дата обращения: 16.05.2025).

9. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 19.05.2022).

10. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 05.09.2021).

11. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 16.04.2022).

12. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 12.05.2022).

13. Крупенников О.Г. Высокие технологии в машиностроении : учебно-методическое пособие / О Г. Крупенников. – Ульяновск : УлГТУ, 2019. – 81 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165090> (дата обращения: 18.04.2022).

14. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 19.04.2022).

15. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

16. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 09.04.2022).

17. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 23.05.2022).

18. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 13.05.2022).

19. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

20. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. – 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. – 456 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 07.05.2022).

21.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 910 с.

22.Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 941 с.

23.Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / А.И. Астахов [и др.]. – Москва. : Машиностроение, 1984. – 591 с.

24.Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. – Пермь : ПНИПУ, 2006. – 208 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> (дата обращения: 26.05.2022).

25.Химический состав и физико-механические свойства стали 40X [Электронный ресурс]. – URL: http://metallichekiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X (дата обращения: 06.04.2022).

26.Шишкин, Г. Г. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства : учебное пособие / Г. Г. Шишкин, И. М. Агеев. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 409 с. — ISBN 978-5-00101-731-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99852.html> (дата обращения: 15.04.2022).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дробь																						
Взам.																						
Год																						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата													
Разработ.	Габидуллин				ТГУ, Кафедра ОТМП																	
Проб.	Левашкин																					
Этп.					Технологический процесс изготовления шестерни станка DMG TD500A					ДП												
И. контро.																						
М 01	Сталь 40ХН ГОСТ 1050-74																					
М 02	02	166	8,6	1	Н _{кв}	0,63	22	Профиль и размеры			φ128х83,1	1	12,1									
А	Цик	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции							Обозначение документа										
В	Код наименования оборудования							ОМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ВН	ОП	К _{вн}	Т _н	Т _{вн}				
А 03				05	Заготовительная																	
В 04					Крилошипно-горячештамповый пресс																	
05																						
06				10	Термообработка																	
07					Печь шахтная																	
08																						
А 09				15	4110	Токарная																
В 10					Токарный DMG MultiTool							2	18217	322	10	3	1	1	290	1	10	0,649
О 11	Подрезать торцы 6 и 31, в размер $l_1 = 130,05^{+0,02}_{-0,02}$, $l_2 = 66^{+0,02}_{-0,02}$, точить по в. 2, 4, 1 в размер $φ34^{+0,02}_{-0,02}$, $φ81,5^{+0,02}_{-0,02}$, $φ90,5^{+0,02}_{-0,02}$, $φ12,0^{+0,02}_{-0,02}$, на длину $l_3 = 51,6^{+0,02}_{-0,02}$																					
О 12	$l_4 = 98,05^{+0,02}_{-0,02}$, $l_5 = 100,79^{+0,02}_{-0,02}$, точить по в. 28, 31 в размер $φ218,5^{+0,02}_{-0,02}$, $φ185,0^{+0,02}_{-0,02}$, $l_6 = 14,05^{+0,02}_{-0,02}$, $l_7 = 66,55^{+0,02}_{-0,02}$, расточить от в. 7 в размер $φ5615^{+0,02}_{-0,02}$																					
Т 13	396110 патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2615-80; 392104 резец подрезной Т5К10 ГОСТ 19043-80; 392104 резец проходной Т5К10 ГОСТ 19043-80;																					
Т 14	392104 резец проходной Т5К10 ГОСТ 19058-80; 391303 оправка расточная МС221 393311 штангенциркуль ШЦ-I-160-0.1 ГОСТ 166-80																					
15																						
16																						
МК																						

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 15

Дубл.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				</
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

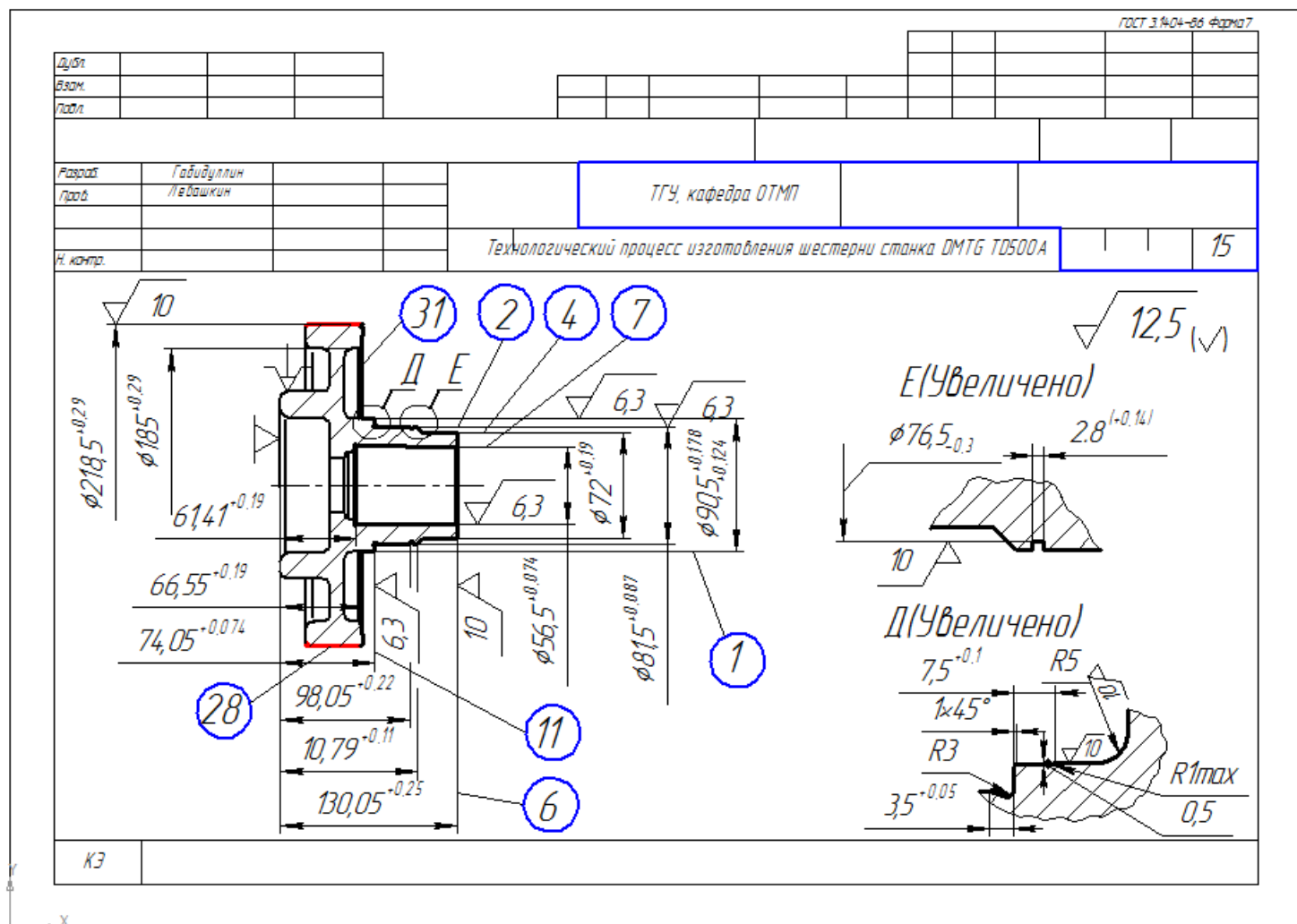
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



ГОСТ 3.1404-86 форма 3

ГОСТ 3.14-04-86 Формоз									
Дубль									
Взам.									
Подл.									
						Листов 2		Лист 1	
Разработ	Габидуллин			ТГУ, Кафедра ОТП					
Пров.	Левашкин								
				Технологический процесс изготовления шестерни станка DMTG T0500A				Цех	Уч.
								РМ.	Отп.
Н. контр.								015	
Наименование операции		Материал		Твердость	ВВ	Мд	Профиль и размеры		Мя
015 Токарная с ЧПУ		Сталь 40ХН ГОСТ 1050-74			166	8,6	φ128х83,1		12,1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т ₀	Т _В	Т _П	Т _Ш	СЖ	
КТ-141				0,297	0,351	10	0,649	Украина 1	
Р		пи	ди в	L	f	i	S	n	V
01	1. Установить заготовку		мм	мм	мм		мм/об	мин ⁻¹	м/мин
02	396110 патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80								
03	Подрезать торцы (6) и (31), в размер $l_1 = 66,55^{+0,05}_{-0,05}$, $l_2 = 130,05^{+0,05}_{-0,05}$								
04	392104 резец подрезной Т5К10 ГОСТ 19045-80; 393311 штангенциркуль ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80								
05		1	φ128	20	1,25	1	0,75	209	65
06			φ72	19	1,4	1	0,4	712	81
07									
08	точить пов. (2), (4) в размер $φ81,6^{+0,05}_{-0,05}$, $l_1 = 74,15^{+0,05}_{-0,05}$								
09	392104 резец проходной Т5К10 ГОСТ 19043-80; 393311 штангенциркуль ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80								
10		2	φ81,6	33	1,0	1	0,45	1054	112
ОКП									

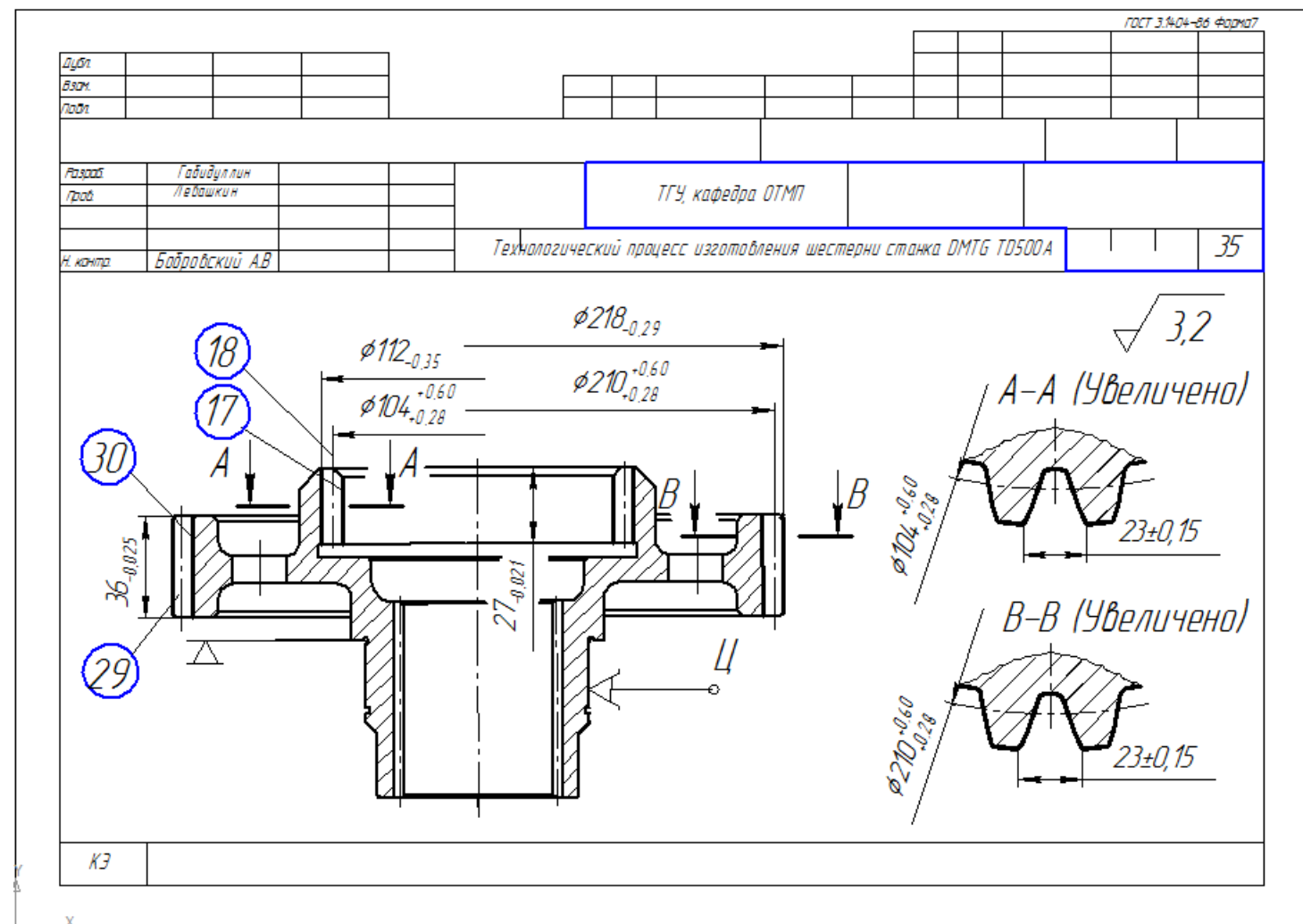
Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 31404-86 Форма 20									
Деталь									
Взам.									
Подп.									
Технологический процесс изготовления шестерни станка DMTG TD500A									
Лист 2									
07.TM07.74.7.11.01 60.140.74.7.01									
Р	П	Д или В	L	t	i	s	n	V	
01	точить по в. (2) (3) (11) в размер $\phi 74,05^{+0,014}_{-0,014}$, $\phi 81,5^{+0,014}_{-0,014}$, $\phi 76,5^{+0,014}_{-0,014}$, $L=78,6^{+0,25}_{-0,25}$, $L_1=2,8^{+0,1}_{-0,1}$								
02	392104 резец проходной Т5К10 ГОСТ 19058-80; 393311 штангенциркуль ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80								
03	3	$\phi 74,05$	15	0,35	1	0,45	1260	132	
04									
05	сверлить отв. (7) в размер $\phi 68,64^{+0,014}_{-0,014}$								
06	391303 оправка расточная МС221; 393311 штангенциркуль ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80								
07	4	$\phi 22,7$	86	11,35	1	0,2	2500	179	
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
OK									

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1



ГОСТ 31404-86 ФОРМЫ

[illegible]

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Лист 1				Лист 2	Лист 3	Лист 4	Лист 5	Лист 6	Лист 7	Лист 8	Лист 9	Лист 10	Лист 11	Лист 12	Лист 13	Лист 14	Лист 15	Лист 16	Лист 17	Лист 18	Лист 19	Лист 20	Лист 21	Лист 22	Лист 23	Лист 24	Лист 25	Лист 26	Лист 27	Лист 28	Лист 29	Лист 30	Лист 31	Лист 32	Лист 33	Лист 34	Лист 35	Лист 36	Лист 37	Лист 38	Лист 39	Лист 40	Лист 41	Лист 42	Лист 43	Лист 44	Лист 45	Лист 46	Лист 47	Лист 48	Лист 49	Лист 50	Лист 51	Лист 52	Лист 53	Лист 54	Лист 55	Лист 56	Лист 57	Лист 58	Лист 59	Лист 60	Лист 61	Лист 62	Лист 63	Лист 64	Лист 65	Лист 66	Лист 67	Лист 68	Лист 69	Лист 70	Лист 71	Лист 72	Лист 73	Лист 74	Лист 75	Лист 76	Лист 77	Лист 78	Лист 79	Лист 80	Лист 81	Лист 82	Лист 83	Лист 84	Лист 85	Лист 86	Лист 87	Лист 88	Лист 89	Лист 90	Лист 91	Лист 92	Лист 93	Лист 94	Лист 95	Лист 96	Лист 97	Лист 98	Лист 99	Лист 100	Лист 101	Лист 102	Лист 103	Лист 104	Лист 105	Лист 106	Лист 107	Лист 108	Лист 109	Лист 110	Лист 111	Лист 112	Лист 113	Лист 114	Лист 115	Лист 116	Лист 117	Лист 118	Лист 119	Лист 120	Лист 121	Лист 122	Лист 123	Лист 124	Лист 125	Лист 126	Лист 127	Лист 128	Лист 129	Лист 130	Лист 131	Лист 132	Лист 133	Лист 134	Лист 135	Лист 136	Лист 137	Лист 138	Лист 139	Лист 140	Лист 141	Лист 142	Лист 143	Лист 144	Лист 145	Лист 146	Лист 147	Лист 148	Лист 149	Лист 150	Лист 151	Лист 152	Лист 153	Лист 154	Лист 155	Лист 156	Лист 157	Лист 158	Лист 159	Лист 160	Лист 161	Лист 162	Лист 163	Лист 164	Лист 165	Лист 166	Лист 167	Лист 168	Лист 169	Лист 170	Лист 171	Лист 172	Лист 173	Лист 174	Лист 175	Лист 176	Лист 177	Лист 178	Лист 179	Лист 180	Лист 181	Лист 182	Лист 183	Лист 184	Лист 185	Лист 186	Лист 187	Лист 188	Лист 189	Лист 190	Лист 191	Лист 192	Лист 193	Лист 194	Лист 195	Лист 196	Лист 197	Лист 198	Лист 199	Лист 200	Лист 201	Лист 202	Лист 203	Лист 204	Лист 205	Лист 206	Лист 207	Лист 208	Лист 209	Лист 210	Лист 211	Лист 212	Лист 213	Лист 214	Лист 215	Лист 216	Лист 217	Лист 218	Лист 219	Лист 220	Лист 221	Лист 222	Лист 223	Лист 224	Лист 225	Лист 226	Лист 227	Лист 228	Лист 229	Лист 230	Лист 231	Лист 232	Лист 233	Лист 234	Лист 235	Лист 236	Лист 237	Лист 238	Лист 239	Лист 240	Лист 241	Лист 242	Лист 243	Лист 244	Лист 245	Лист 246	Лист 247	Лист 248	Лист 249	Лист 250	Лист 251	Лист 252	Лист 253	Лист 254	Лист 255	Лист 256	Лист 257	Лист 258	Лист 259	Лист 260	Лист 261	Лист 262	Лист 263	Лист 264	Лист 265	Лист 266	Лист 267	Лист 268	Лист 269	Лист 270	Лист 271	Лист 272	Лист 273	Лист 274	Лист 275	Лист 276	Лист 277	Лист 278	Лист 279	Лист 280	Лист 281	Лист 282	Лист 283	Лист 284	Лист 285	Лист 286	Лист 287	Лист 288	Лист 289	Лист 290	Лист 291	Лист 292	Лист 293	Лист 294	Лист 295	Лист 296	Лист 297	Лист 298	Лист 299	Лист 300	Лист 301	Лист 302	Лист 303	Лист 304	Лист 305	Лист 306	Лист 307	Лист 308	Лист 309	Лист 310	Лист 311	Лист 312	Лист 313	Лист 314	Лист 315	Лист 316	Лист 317	Лист 318	Лист 319	Лист 320	Лист 321	Лист 322	Лист 323	Лист 324	Лист 325	Лист 326	Лист 327	Лист 328	Лист 329	Лист 330	Лист 331	Лист 332	Лист 333	Лист 334	Лист 335	Лист 336	Лист 337	Лист 338	Лист 339	Лист 340	Лист 341	Лист 342	Лист 343	Лист 344	Лист 345	Лист 346	Лист 347	Лист 348	Лист 349	Лист 350	Лист 351	Лист 352	Лист 353	Лист 354	Лист 355	Лист 356	Лист 357	Лист 358	Лист 359	Лист 360	Лист 361	Лист 362	Лист 363	Лист 364	Лист 365	Лист 366	Лист 367	Лист 368	Лист 369	Лист 370	Лист 371	Лист 372	Лист 373	Лист 374	Лист 375	Лист 376	Лист 377	Лист 378	Лист 379	Лист 380	Лист 381	Лист 382	Лист 383	Лист 384	Лист 385	Лист 386	Лист 387	Лист 388	Лист 389	Лист 390	Лист 391	Лист 392	Лист 393	Лист 394	Лист 395	Лист 396	Лист 397	Лист 398	Лист 399	Лист 400	Лист 401	Лист 402	Лист 403	Лист 404	Лист 405	Лист 406	Лист 407	Лист 408	Лист 409	Лист 410	Лист 411	Лист 412	Лист 413	Лист 414	Лист 415	Лист 416	Лист 417	Лист 418	Лист 419	Лист 420	Лист 421	Лист 422	Лист 423	Лист 424	Лист 425	Лист 426	Лист 427	Лист 428	Лист 429	Лист 430	Лист 431	Лист 432	Лист 433	Лист 434	Лист 435	Лист 436	Лист 437	Лист 438	Лист 439	Лист 440	Лист 441	Лист 442	Лист 443	Лист 444	Лист 445	Лист 446	Лист 447	Лист 448	Лист 449	Лист 450	Лист 451	Лист 452	Лист 453	Лист 454	Лист 455	Лист 456	Лист 457	Лист 458	Лист 459	Лист 460	Лист 461	Лист 462	Лист 463	Лист 464	Лист 465	Лист 466	Лист 467	Лист 468	Лист 469	Лист 470	Лист 471	Лист 472	Лист 473	Лист 474	Лист 475	Лист 476	Лист 477	Лист 478	Лист 479	Лист 480	Лист 481	Лист 482	Лист 483	Лист 484	Лист 485	Лист 486	Лист 487	Лист 488	Лист 489	Лист 490	Лист 491	Лист 492	Лист 493	Лист 494	Лист 495	Лист 496	Лист 497	Лист 498	Лист 499	Лист 500	Лист 501	Лист 502	Лист 503	Лист 504	Лист 505	Лист 506	Лист 507	Лист 508	Лист 509	Лист 510	Лист 511	Лист 512	Лист 513	Лист 514	Лист 515	Лист 516	Лист 517	Лист 518	Лист 519	Лист 520	Лист 521	Лист 522	Лист 523	Лист 524	Лист 525	Лист 526	Лист 527	Лист 528	Лист 529	Лист 530	Лист 531	Лист 532	Лист 533	Лист 534	Лист 535	Лист 536	Лист 537	Лист 538	Лист 539	Лист 540	Лист 541	Лист 542	Лист 543	Лист 544	Лист 545	Лист 546	Лист 547	Лист 548	Лист 549	Лист 550	Лист 551	Лист 552	Лист 553	Лист 554	Лист 555	Лист 556	Лист 557	Лист 558	Лист 559	Лист 560	Лист 561	Лист 562	Лист 563	Лист 564	Лист 565	Лист 566	Лист 567	Лист 568	Лист 569	Лист 570	Лист 571	Лист 572	Лист 573	Лист 574	Лист 575	Лист 576	Лист 577	Лист 578	Лист 579	Лист 580	Лист 581	Лист 582	Лист 583	Лист 584	Лист 585	Лист 586	Лист 587	Лист 588	Лист 589	Лист 590	Лист 591	Лист 592	Лист 593	Лист 594	Лист 595	Лист 596	Лист 597	Лист 598	Лист 599	Лист 600	Лист 601	Лист 602	Лист 603	Лист 604	Лист 605	Лист 606	Лист 607	Лист 608	Лист 609	Лист 610	Лист 611	Лист 612	Лист 613	Лист 614	Лист 615	Лист 616	Лист 617	Лист 618	Лист 619	Лист 620	Лист 621	Лист 622	Лист 623	Лист 624	Лист 625	Лист 626	Лист 627	Лист 628	Лист 629	Лист 630	Лист 631	Лист 632	Лист 633	Лист 634	Лист 635	Лист 636	Лист 637	Лист 638	Лист 639	Лист 640	Лист 641	Лист 642	Лист 643	Лист 644	Лист 645	Лист 646	Лист 647	Лист 648	Лист 649	Лист 650	Лист 651	Лист 652	Лист 653	Лист 654	Лист 655	Лист 656	Лист 657	Лист 658	Лист 659	Лист 660	Лист 661	Лист 662	Лист 663	Лист 664	Лист 665	Лист 666	Лист 667	Лист 668	Лист 669	Лист 670	Лист 671	Лист 672	Лист 673	Лист 674	Лист 675	Лист 676	Лист 677	Лист 678	Лист 679	Лист 680	Лист 681	Лист 682	Лист 683	Лист 684	Лист 685	Лист 686	Лист 687	Лист 688	Лист 689	Лист 690	Лист 691	Лист 692	Лист 693	Лист 694	Лист 695	Лист 696	Лист 697	Лист 698	Лист 699	Лист 700	Лист 701	Лист 702	Лист 703	Лист 704	Лист 705	Лист 706	Лист 707	Лист 708	Лист 709	Лист 710	Лист 711	Лист 712	Лист 713	Лист 714	Лист 715	Лист 716	Лист 717	Лист 718	Лист 719	Лист 720	Лист 721	Лист 722	Лист 723	Лист 724	Лист 725	Лист 726	Лист 727	Лист 728	Лист 729	Лист 730	Лист 731	Лист 732	Лист 733	Лист 734	Лист 735	Лист 736	Лист 737	Лист 738	Лист 739	Лист 740	Лист 741	Лист 742	Лист 743	Лист 744	Лист 745	Лист 746	Лист 747	Лист 748	Лист 749	Лист 750	Лист 751	Лист 752	Лист 753	Лист 754	Лист 755	Лист 756	Лист 757	Лист 758	Лист 759	Лист 760	Лист 761	Лист 762	Лист 763	Лист 764	Лист 765	Лист 766	Лист 767	Лист 768	Лист 769	Лист 770	Лист 771	Лист 772	Лист 773	Лист 774	Лист 775	Лист 776	Лист 777	Лист 778	Лист 779	Лист 780	Лист 781	Лист 782	Лист 783	Лист 784	Лист 785	Лист 786	Лист 787	Лист 788	Лист 789	Лист 790	Лист 791	Лист 792	Лист 793	Лист 794	Лист 795	Лист 796	Лист 797	Лист 798	Лист 799	Лист 800	Лист 801	Лист 802	Лист 803	Лист 804	Лист 805	Лист 806	Лист 807	Лист 808	Лист 809	Лист 810	Лист 811	Лист 812	Лист 813	Лист 814	Лист 815	Лист 816	Лист 817	Лист 818	Лист 819	Лист 820	Лист 821	Лист 822	Лист 823	Лист 824	Лист 825	Лист 826	Лист 827	Лист 828	Лист 829	Лист 830	Лист 831	Лист 832	Лист 833	Лист 834	Лист 835	Лист 836	Лист 837	Лист 838	Лист 839	Лист 840	Лист 841	Лист 842	Лист 843	Лист 844	Лист 845	Лист 846	Лист 847	Лист 848	Лист 849	Лист 850	Лист 851	Лист 852	Лист 853	Лист 854	Лист 855	Лист 856	Лист 857	Лист 858	Лист 859	Лист 860	Лист 861	Лист 862	Лист 863	Лист 864	Лист 865	Лист 866	Лист 867	Лист 868	Лист 869	Лист 870	Лист 871	Лист 872	Лист 873	Лист 874	Лист 875	Лист 876	Лист 877	Лист 878	Лист 879	Лист 880	Лист 881	Лист 882	Лист 883	Лист 884	Лист 885	Лист 886	Лист 887	Лист 888	Лист 889	Лист 890	Лист 891	Лист 892	Лист 893	Лист 894	Лист 895	Лист 896	Лист 897	Лист 898	Лист 899	Лист 900	Лист 901	Лист 902	Лист 903	Лист 904	Лист 905	Лист 906	Лист 907	Лист 908	Лист 909	Лист 910	Лист 911	Лист 912	Лист 913	Лист 914	Лист 915	Лист 916	Лист 917	Лист 918	Лист 919	Лист 920	Лист 921	Лист 922	Лист 923	Лист 924	Лист 925	Лист 926	Лист 927	Лист 928	Лист 929	Лист 930	Лист 931	Лист 932	Лист 933	Лист 934	Лист 935	Лист 936	Лист 937	Лист 938	Лист 939	Лист 940	Лист 941	Лист 942	Лист 943	Лист 944	Лист 945	Лист 946	Лист 947	Лист 948	Лист 949	Лист 950	Лист 951	Лист 952	Лист 953	Лист 954	Лист 955	Лист 956	Лист 957	Лист 958	Лист 959	Лист 960	Лист 961	Лист 962	Лист 963	Лист 964	Лист 965	Лист 966	Лист 967	Лист 968	Лист 969	Лист 970	Лист 971	Лист 972	Лист 973	Лист 974	Лист 975	Лист 976	Лист 977	Лист 978	Лист 979	Лист 980	Лист 981	Лист 982	Лист 983	Лист 984	Лист 985	Лист 986	Лист 987	Лист 988	Лист 989	Лист 990	Лист 991	Лист 992	Лист 993	Лист 994	Лист 995	Лист 996	Лист 997	Лист 998	Лист 999	Лист 1000	Лист 1001	Лист 1002	Лист 1003	Лист 1004	Лист 1005	Лист 1006	Лист 1007	Лист 1008	Лист 1009	Лист 1010	Лист 1011	Лист 1012	Лист 1013	Лист 1014	Лист 1015	Лист 1016	Лист 1017	Лист 1018	Лист 1019	Лист 1020	Лист 1021	Лист 1022	Лист 1023	Лист 1024	Лист 1025	Лист 1026	Лист 1027	Лист 1028	Лист 1029	Лист 1030	Лист 1031	Лист 1032	Лист 1033	Лист 1034	Лист 1035	Лист 1036	Лист 1037	Лист 1038	Лист 1039	Лист 1040	Лист 1041	Лист 1042	Лист 1043	Лист 1044	Лист 1045	Лист 1046	Лист 1047	Лист 1048	Лист 1049	Лист 1050	Лист 1051	Лист 1052	Лист 1053	Лист 1054	Лист 1055	Лист 1056	Лист 1057	Лист 1058	Лист 1059	Лист 1060	Лист 1061	Лист 1062	Лист 1063	Лист 1064	Лист 1065	Лист 1066	Лист 1067	Лист 1068	Лист 1069	Лист 1070	Лист 1071	Лист 1072	Лист 1073	Лист 1074	Лист 1075	Лист 1076	Лист 1077	Лист 1078	Лист 1079	Лист 1080	Лист 1081	Лист 1082	Лист 1083	Лист 1084	Лист 1085	Лист 1086	Лист 1087	Лист 1088	Лист 1089	Лист 1090	Лист 1091	Лист 1092	Лист 1093	Лист 1094	Лист 1095	Лист 1096	Лист 1097	Лист 1098	Лист 1099	Лист 1100	Лист 1101	Лист 1102	Лист 1103	Лист 1104	Лист 1105	Лист 1106	Лист 1107	Лист 1108	Лист 1109	Лист 1110	Лист 1111	Лист 1112	Лист 1113	Лист 1114	Лист 1115	Лист 1116	Лист 1117	Лист 1118	Лист 1119	Лист 1120	Лист 1121	Лист 1122	Лист 1123	Лист 112
--------	--	--	--	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Код	Деталь	Изм.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		15		M5 x 1,25-6g x 16.109.05	7	
		16		M6 x 1,25-6g x 20.109.05	4	
		17		Винт 2 МЗ x 1,25-6g x 6. 66.05 ГОСТ 17473-80 Винты СТП 371011882-96	2	
		18		M5 x 1,25-6g x 10.45H. 40X.05	1	
		19		M5 x 1,25-6g x 20.45H. 40X.05	1	
		20		M8 x 1,25-6g x 8.45H. 40X.05	2	
		21		Гайка 1 M5 x 1,25-6H. 8.05 ГОСТ 5927-70	1	
		22		Держатель индикаторный СТП 37101682-76	1	
		23		Заклепка 3 x 8.01.05 ГОСТ 10299-80	8	
		24		Ножка 7034-0565 ГОСТ 12204-72	4	
		25		Пружина 7039-90 61.16 СТП 371019718-96	2	
		26		Пружина 7039- 90 04.18 СТП 371019718-96	1	
		27		Табличка СТП 37101856-76	1	
		28		Шарик 5.0-100 ГОСТ 3722-81	2	

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №

Изм. №