

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 кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных

производств

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления вала-шестерни механизма загрузки автоматической линии ф. «КУКА»

Студент(ка)	<u>К.В. Леванов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Леванов Константин Вячеславович. Технологический процесс изготовления вала-шестерни механизма загрузки автоматической линии ф. «КУКА». Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2019 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена вопросам проектирования технологического процесса изготовления вала-шестерни механизма загрузки автоматической линии ф. «КУКА» основываясь на применении современных технологий. В работе рассмотрены все этапы проектирования технологического процесса от анализа исходных данных до готовой технологической документации. Кроме того, проведен анализ недостатков типового технологического процесса и предложены мероприятия по его совершенствованию. Для этого проектируются специальные средства оснащения, эффективность применения которых обосновано экономическими расчетами.

Работа включает пояснительную записку, которая состоит из 72 страниц, включает 4 рисунка и 10 таблиц. Графическая часть состоит из листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Технологичность детали.....	6
1.3 Анализ параметров техпроцесса.....	9
1.4 Задачи работы.....	10
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Обоснование выбора заготовки.....	11
2.2 Проектирование заготовки.....	13
2.3 Проектирование маршрута изготовления детали.....	20
2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса.....	22
2.5 Определение режимов резания.....	26
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	29
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	29
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	34
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	37
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	37
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	45
4.6 Заключение по разделу.....	47
5 Экономическая эффективность работы.....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	57

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Фирма «КУКА» один из лидеров в производстве современных систем автоматизации промышленного производства. Основная специализация фирмы это создание автоматических линий на базе промышленных роботов. Такие линии широко применяются в автомобилестроении, так как обеспечивают необходимую гибкость производства, производительность и качество выполняемых работ. Ключевым вопросом при эксплуатации автоматических линий является обеспечение надежности их функционирования. Низкая надежность может привести к существенным экономическим потерям из-за простоя дорогостоящего оборудования для проведения внепланового ремонта. Основой обеспечения соответствующего уровня надежности является надежность деталей входящих в механизмы линии, которая в свою очередь зависит от технологии их изготовления. Исходя из всего вышесказанного, основной целью данной выпускной работы следует считать разработку такого технологического процесса изготовления вала-шестерни механизма загрузки, который обеспечит надежность его функционирования в течение всего заложенного конструктором срока эксплуатации. При этом техпроцесс должен обеспечить минимальную себестоимость изготовления вала-шестерни при условии выпуска годовой программы в объеме 5000 штук в год.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Рассматриваемый вал-шестерня выполняет служебное назначение характерное для данного типа деталей [1] – передача крутящего момента от входного вала механизма загрузки автоматической линии ф. «КУКА» исполнительному поворотному механизму. Передача крутящего момента происходит через боковые поверхности зубьев шестерни, выполненной заодно с валом и боковые поверхности шлиц, выполненных на одном из концов вала. Установка вала-шестерни в корпусе привода механизма загрузки осуществляется при помощи шарикоподшипников, которые устанавливаются на соответствующие шейки. Используемые в данной конструкции шарикоподшипники не требуют каких-либо специальных условий смазки, поэтому для этих целей используется консольная смазка. Нагрузки, которые возникают при нормальной эксплуатации механизма загрузки, по величине незначительны, но при этом знакопеременные. Воздействие внешней среды на вал-шестерню минимально, так как он установлен в закрытом корпусе механизма загрузки. Рабочая среда может считаться неагрессивной при условии соблюдения всех эксплуатационных требований (наличие достаточного количества смазки, соблюдение температурного режима эксплуатации и т.д.).

1.2 Технологичность детали

Технологичность детали один из важнейших комплексных показателей, характеризующих удобство ее производства, что в конечном итоге сказывается на всех показателях проектируемого технологического процесса, в том числе на себестоимости изготовления. Для проведения оценки вала-шестерни на технологичность будем использовать рекомендации [2].

Один из важнейших показателей технологичности это материал, из которого будет изготовлена деталь. В данном случае используется сталь 20Х

ГОСТ 4543-71. Оценим данный материал по химическому составу, механическим характеристикам и обрабатываемости [3]. Химический состав стали 20X в процентном отношении представлен на рисунке 1.1.

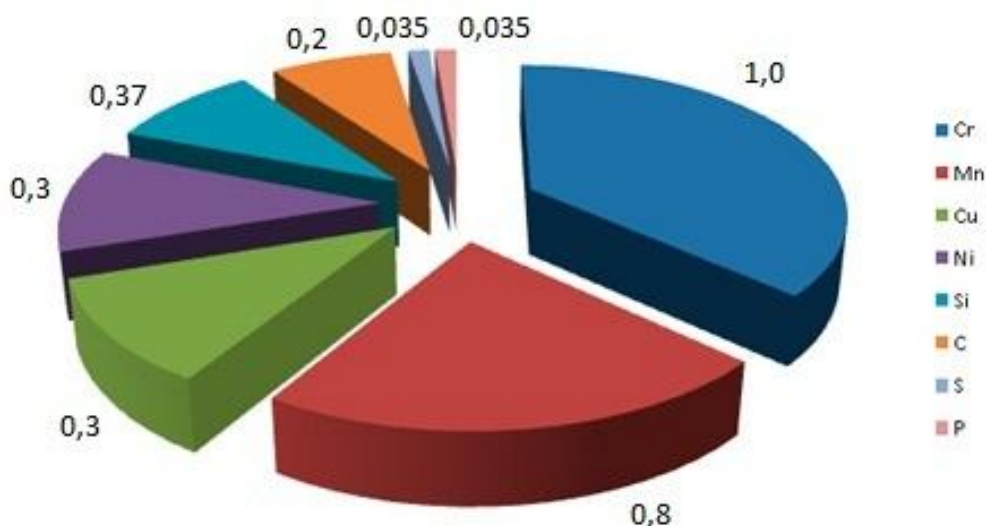


Рисунок 1.1 - Химический состав стали 20X

Предел прочности при растяжении данной стали в состоянии поставки $\sigma_B = 650$ МПа. Обрабатываемость материала оценивается коэффициентом обрабатываемости твердосплавным и быстрорежущим инструментом, который показывает обрабатываемость относительно стали 45. В данном случае данные коэффициенты соответственно равны $K_o = 0,95$, $K_o = 0,85$.

С точки зрения технологичности выбранный для детали материал вполне приемлем, так как при условии обеспечения требуемых механических характеристик обеспечиваются достаточно хорошие показатели обрабатываемости, что позволит широко использовать стандартные средства оснащения и не потребует применения дорогостоящих методов обработки.

Методы получения исходной заготовки определяются годовой программой выпуска детали, ее формой и материалом. В данном случае наиболее приемлемыми являются методы получения штамповкой и литьем. С точки зрения процесса получения заготовки это достаточно технологичные методы, которые не требуют применения сложной и дорогостоящей

оснастки. Выбор конкретного метода механической обработки будет произведен в следующих разделах данной работы.

На технологичность механической обработки детали в первую очередь влияют конструкция детали, требуемое качество механической обработки поверхностей и технологические базы.

Конструкция, рассматриваемого вала-шестерни типовая для деталей данной группы - ступенчатый контур со ступенями, убывающими в обе стороны по диаметру от середины. Другие элементы конструкции детали, такие как фаски, зубчатый венец, шлицы и канавки, являются стандартизированными. С точки зрения технологичности обработки детали это позволит применять типовой технологический процесс. Такое решение позволит применить стандартизированные средства оснащения техпроцесса, что положительно скажется на себестоимости изготовления детали.

Требования к качеству механической обработки (точность и шероховатость) достаточно высокие, максимальный квалитет точности IT 5, шероховатость Ra 0,1 мкм. Такие параметры достижимы достаточно точными методами обработки, например, чистовое шлифование и полирование. Данные методы хотя и являются достаточно дорогостоящими, но при этом они стандартные и не требуют применения специальных средств оснащения. Деталь достаточно технологична исходя из требований к качеству механической обработки и методов обработки, применяемых для их обеспечения.

Базирование детали также можно считать технологичным. К такому выводу можно прийти исходя из анализа конфигурации детали. В данном случае основные конструкторские базы можно назначить черновыми базами вала-шестерни, а чистовыми базами можно назначить шейки детали, а для обработки поверхностей вращения наиболее целесообразно создать центровые отверстия. Такое базирование позволит повысить точность обработки за счет соблюдения основных принципов базирования и широко применить универсальные приспособления для закрепления заготовок на

операциях механической обработки. При этом следует учесть, что на ряде операций возможно применение специальных приспособлений, но для этого не требуется создания специальных технологических баз.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Проведение анализа параметров проектируемого технологического процесса заключается в определении его основных характеристик [4]. Данный анализ производится исходя из типа производства. В данном случае согласно данным [5] тип производства среднесерийный, что обусловлено массой детали 0,5 кг и годовой программой выпуска 5000 штук в год.

Для данного типа производства характерны следующие основные характеристики.

Разработка техпроцесса осуществляется с применением последовательной стратегии проектирования с учетом того, что форма его организации должна быть групповая с выпуском деталей периодически повторяющимися партиями. Применяемые методы обработки поверхностей могут быть различными в зависимости от требуемых их точностных характеристик. Выбор набора методов для обработки поверхности производится с учетом коэффициентов удельных затрат каждого из методов.

Целесообразно производить проектирование технологического процесса на базе типового, что повысит скорость разработки техпроцесса и его качество. Такое решение подразумевает широкое использование универсального оборудования и средств технологического оснащения, а также достижение точности обработки путем размерной настройки оборудования с экстенсивной концентрацией операций и соблюдением правил единства и постоянства баз. При этом следует учесть, что припуски на обработку достаточно определить по нормативам. Исключение составляют точные поверхности, для которых желательно применение расчетно-аналитического метода. Режимы резания и нормирование также проводятся по нормативам, но возможно более точное определение расчетным способом, однако такое решение принимается только при

наличии достаточного времени на проектные процедуры. Результатом проектирования техпроцесса является его маршрутная или маршрутно-операционная технология.

1.4 Задачи работы

Основываясь на результатах анализа имеющихся данных, сформулируем задачи данной выпускной квалификационной работы.

Необходимо провести проектирование технологического процесса изготовления вала-шестерни механизма загрузки автоматической линии ф. «КУКА» на базе типового техпроцесса с учетом конструктивных и технологических особенностей данной детали. Далее необходимо проанализировать полученный техпроцесс, выявить наиболее ответственные и загруженные операции и попытаться их модернизировать. Для этого необходимо спроектировать нестандартные средства технологического оснащения. Полученные результаты необходимо проверить на предмет безопасности их внедрения в технологический процесс и на экономическую эффективность их внедрения. В результате выполнения работы должен быть получен весь комплект технологической и конструкторской документации для проектируемого технологического процесса.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Обоснование выбора заготовки

Анализ исходных данных и рекомендации [6] показали, что для получения заготовки рассматриваемого вала-шестерни лучше всего использовать метод литья в кокиль или метод горячей штамповки. Однако, следует заметить, что при использовании метода литья в кокиль необходимо заменить материал детали на соответствующий заменитель с улучшенными литейными свойствами, но идентичными механическими характеристиками. Выбор в пользу одного из указанных выше методов получения заготовок вала-шестерни производится методом экономического сравнения общих затрат C_i [6].

$$C_i = C_{3i} + C_{ОБР.i}, \quad (2.1)$$

где C_{3i} – стоимость непосредственно заготовки, руб;

$C_{ОБР.i}$ – стоимость получения из заготовки готового изделия, руб.

Данные составляющие рассчитываются следующим образом:

$$C_{3i} = \frac{Ц_{М.i} \cdot M_{3i}}{1000} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СЛ}, \quad (2.2)$$

где $Ц_M$ – цена материала детали, руб;

M_3 – масса получаемой заготовки, кг;

$K_{СП}$, K_T , $K_{СЛ}$ – учитывают способ, точность и сложность заготовки соответственно.

Для определения массы получаемой заготовки воспользуемся упрощенной формулой:

$$M_{3i} = M_o \cdot K_p \quad (2.3)$$

где K_p – учитывает особенности конфигурации заготовки и метода ее получения.

$M_{31} = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6$ кг – масса заготовки получаемой методом горячей штамповки.

$M_{32} = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7$ кг – масса заготовки получаемой методом литья в кокиль.

$$C_{31} = \frac{20000 \cdot 0,6 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1}{1000} = 9,84 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{20000 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1,2}{1000} = 13,78 \text{ руб.}$$

$$C_{OBR.i} = \frac{C_{VD} \left(\frac{1}{K_{IM.i}} - 1 \right) M_D}{K_o} \quad (2.4)$$

где C_{VD} – затраты, приходящиеся на снятие 1 кг материала с заготовки, руб/кг.

$$C_{OBR1} = \frac{4 \cdot \left(\frac{1}{0,83} - 1 \right) \cdot 0,5}{1,1} = 0,89 \text{ руб.}$$

$$C_{OBR2} = \frac{4 \cdot \left(\frac{1}{0,71} - 1 \right) \cdot 0,5}{1,1} = 1,04 \text{ руб.}$$

Выполняем расчет общих затрат C_i по формуле 2.1.

$$C_1 = 9,84 + 0,89 = 9,89 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 13,78 + 1,04 = 14,82 \text{ руб.}$$

Предложенная методика экономического сравнения показала более высокую эффективность метода получения заготовки горячей штамповкой.

2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки представляет собой получение ее расчетного контура, который получается путем добавления к контуру детали соответствующих припусков на обработку соответствующих поверхностей детали и необходимых напусков. Также в процессе проектирования заготовки определяются остальные ее характеристики и технические требования, предъявляемые к ней. С этой целью используем методические рекомендации и данные [7].

На первом этапе проектирования заготовки необходимо определить методы обработки каждой поверхности, которые позволят получить заданные на чертеже детали характеристики качества поверхности. Для этого выполняем эскиз детали и каждой поверхности присваиваем свой номер (рисунок 2.1).

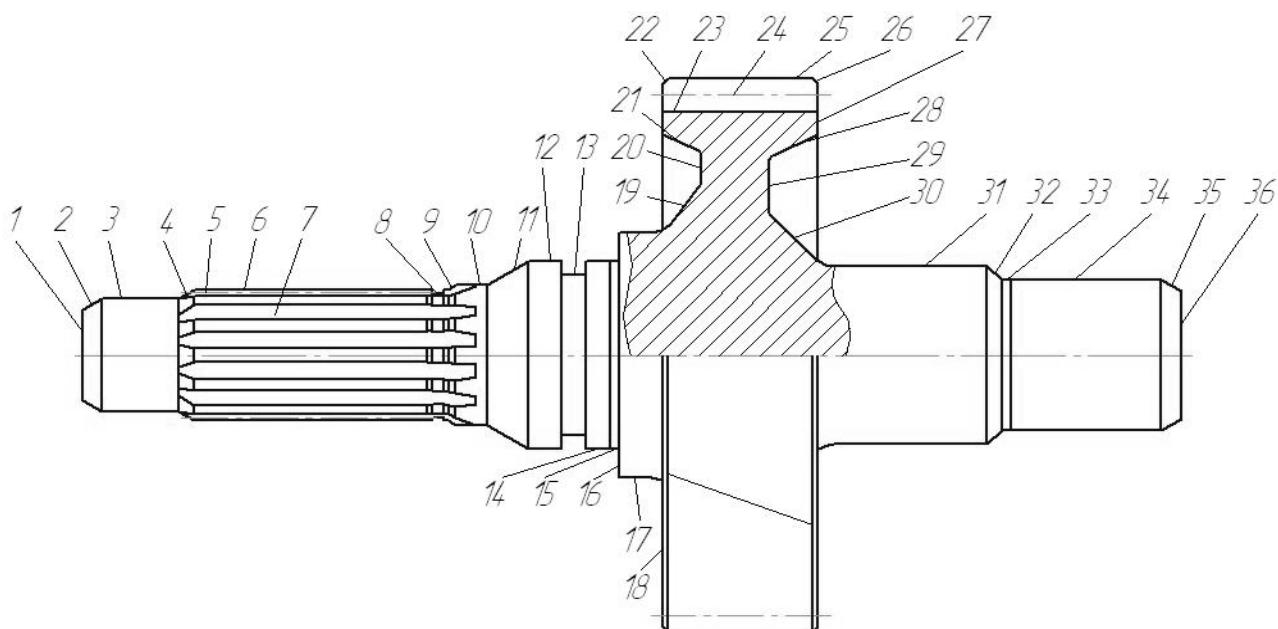


Рисунок 2.1 – Эскиз вала-шестерни

Далее для каждой поверхности выбираем методы обработки в соответствии с рекомендациями [8]. Согласно данным рекомендациям

методы обработки поверхности зависят от ее качества и шероховатости. Для данного случая получим следующие результаты:

- для поверхностей 1, 36 применяются фрезерование и термическая обработка;
- для поверхностей 2, 4, 8, 9, 13, 15, 22, 26, 32, 33, 35 применяются точение чистовое и термическая обработка;
- для поверхностей 3, 10, 11, 17, 18, 25, 27, 31 применяются точение черновое, точение чистовое и термическая обработка;
- для поверхности 5 применяются фрезерование, термическая обработка и шлифование;
- для поверхности 6 применяются точение черновое, точение чистовое, термическая обработка и шлифование черновое;
- для поверхности 7 применяются фрезерование и термическая обработка;
- для поверхностей 12, 14, 16 применяются точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое и шлифование чистовое;
- для поверхностей 19, 20, 21, 28, 29, 30 применяются точение черновое и термическая обработка;
- для поверхности 23 применяются зубофрезерование и термическая обработка;
- для поверхности 24 применяются зубофрезерование, шевингование, термическая обработка и шлифование черновое;
- для поверхности 34 применяются точение черновое, точение чистовое, термическая обработка, шлифование черновое, шлифование чистовое и шлифование тонкое.

На следующем этапе проектирования заготовки рассчитываются искомые припуски на обработку поверхностей для каждого из перечисленных выше переходов.

Определение припусков на обработку самой точной поверхности 22 в размер диаметром $16h5(0_{-0,008})$ производим расчетным методом [9].

Согласно данному методу сначала рассчитываем минимальный припуск на обработку для каждого перехода, который зависит от трех основных составляющих: глубины дефектного слоя на предыдущем переходе a_{i-1} ; погрешности установки в приспособлении на текущем переходе ε_i ; погрешности пространственных отклонений на предыдущем переходе Δ_{i-1} .

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}. \quad (2.5)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,3^2 + 0,025^2} = 0,601 \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,252 \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,03^2 + 0,012^2} = 0,263 \text{ мм.}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,007^2 + 0,012^2} = 0,164 \text{ мм.}$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \varepsilon_5^2} = 0,01 + \sqrt{0,001^2 + 0,012^2} = 0,022 \text{ мм.}$$

Далее рассчитываем максимальные припуски на обработку на каждом переходе:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (\Delta_{i-1} + Td_{i-1}) \quad (2.6)$$

где Td_{i-1} – припуск на предыдущем переходе, мм

Td_i – припуск на текущем переходе, мм.

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (\Delta_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (0,2 + 0,18) = 1,291 \text{ мм.}$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (\Delta_1 + Td_2) = 0,252 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,07) = 0,337 \text{ мм.}$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (\Delta_{TO} + Td_3) = 0,263 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,027) = 0,357 \text{ мм.}$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (\Delta_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,027 + 0,011) = 0,183 \text{ мм.}$$

$$z_{5 \max} = z_{5 \min} + 0,5 \cdot (Td_4 + Td_5) = 0,022 + 0,5 \cdot (0,011 + 0,008) = 0,032 \text{ мм.}$$

Затем определяем средний припуск на обработку на каждом переходе:

$$z_{cpi} = (z_{i \max} + z_{i \min}) / 2. \quad (2.7)$$

$$z_{cp1} = (0,601 + 1,291) / 2 = 0,946 \text{ мм.}$$

$$z_{cp2} = (0,252 + 0,337) / 2 = 0,295 \text{ мм.}$$

$$z_{cp3} = (0,263 + 0,357) / 2 = 0,310 \text{ мм.}$$

$$z_{cp4} = (0,164 + 0,183) / 2 = 0,174 \text{ мм.}$$

$$z_{cp5} = (0,022 + 0,032) / 2 = 0,027 \text{ мм.}$$

Операционные размеры рассчитываются по формулам:

$$d_{(i-1) \min} = d_{i \min} + 2 \cdot z_{i \min}, \quad (2.8)$$

$$d_{(i-1) \max} = d_{(i-1) \min} + Td_{i-1}. \quad (2.9)$$

Для перехода термообработки минимальный размер рассчитывается с учетом мартенситных превращений:

$$d_{(TO-1) \min} = d_{(i-1) \min} \cdot 0,999. \quad (2.10)$$

$$d_{5 \max} = 16,000 \text{ мм.}$$

$$d_{5 \min} = 15,992 \text{ мм.}$$

$$d_{4 \min} = d_{5 \min} + 2 \cdot z_{5 \min} = 15,992 + 2 \cdot 0,022 = 16,044 \text{ мм.}$$

$$d_{4 \max} = d_{4 \min} + Td_4 = 16,044 + 0,011 = 16,055 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \min} = d_{4 \min} + 2 \cdot z_{4 \min} = 16,044 + 2 \cdot 0,164 = 16,383 \text{ мм.}$$

$$d_{3 \max} = d_{3 \min} + Td_3 = 16,383 + 0,027 = 16,410 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\min} = d_{3\min} + 2 \cdot z_{3\min} = 16,383 + 2 \cdot 0,263 = 16,936 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 16,936 + 0,160 = 17,096 \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 16,936 \cdot 0,999 = 16,919 \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 16,919 + 0,070 = 17,149 \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = d_{2\min} + 2 \cdot z_{2\min} = 16,919 + 2 \cdot 0,252 = 17,653 \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 17,653 + 0,180 = 17,833 \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = d_{1\min} + 2 \cdot z_{1\min} = 17,653 + 2 \cdot 0,601 = 19,035 \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 19,035 + 1,2 = 20,235 \text{ мм.}$$

Средние операционные размеры рассчитываются по формуле:

$$d_{icc} = \frac{d_{i\max} + d_{i\min}}{2}. \quad (2.11)$$

$$d_{cp0} = \frac{d_{0\max} + d_{0\min}}{2} = \frac{20,235 + 19,035}{2} = 19,635 \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = \frac{d_{1\max} + d_{1\min}}{2} = \frac{17,833 + 17,653}{2} = 17,743 \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = \frac{d_{2\max} + d_{2\min}}{2} = \frac{17,149 + 16,919}{2} = 17,114 \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = \frac{d_{3\max} + d_{3\min}}{2} = \frac{16,410 + 16,383}{2} = 16,397 \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = \frac{d_{TO\max} + d_{TO\min}}{2} = \frac{17,096 + 16,936}{2} = 17,016 \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = \frac{d_{4\max} + d_{4\min}}{2} = \frac{16,055 + 16,044}{2} = 16,0495 \text{ мм.}$$

$$d_{cp5} = \frac{d_{5\max} + d_{5\min}}{2} = \frac{16,000 + 15,992}{2} = 15,996 \text{ мм.}$$

Затем определяем суммарные минимальный, максимальный и средний припуски на обработку поверхностей:

$$2z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max}, \quad (2.12)$$

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + Td_0 + Td_5, \quad (2.13)$$

$$2z_{cp} = \frac{2z_{\min} + 2z_{\max}}{2}. \quad (2.14)$$

$$2z_{\min} = 19,035 - 16 = 3,035 \text{ мм.}$$

$$2z_{\max} = 3,035 + 1,2 + 0,008 = 4,243 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (3,035 + 4,243) = 3,639 \text{ мм.}$$

Для определения припусков на обработку оставшихся поверхностей используется аналитический метод [10], который позволяет с достаточной точностью определить все необходимые значения припусков. Результаты сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Припуски

В миллиметрах

Номер поверхности	Номера переходов	$Z_{i\min}$	$Z_{i\max}$
1	2	3	4
1, 36	1	1,5	2,475
12, 14	1	1,2	1,905
	2	0,25	0,397
	3	0,30	0,359
	4	0,06	0,083
16	1	1,6	2,35
	2	0,7	0,91
	3	0,4	0,483
	4	0,1	0,146
24	1	0,6	1,05
	2	0,18	0,228
	3	0,2	0,238
5	1	0,6	0,9
	2	0,2	0,244
12, 14	1	1,2	1,905
	2	0,25	0,397
	3	0,30	0,359

Продолжение таблицы 2.1

В миллиметрах

1	2	3	4
	4	0,06	0,083
12, 14	1	1,2	1,905
	2	0,25	0,397
	3	0,30	0,359
	4	0,06	0,083
16	1	1,6	2,35
	2	0,7	0,91
	3	0,4	0,483
	4	0,1	0,146
24	1	0,6	1,05
	2	0,18	0,228
	3	0,2	0,238
5	1	0,6	0,9
	2	0,2	0,244
6	1	1,2	1,89
	2	0,25	0,375
	3	0,30	0,357
3, 10, 11, 17, 31	1	1,2	1,89
	2	0,25	0,382
25	1	1,5	2,35
	2	0,25	0,46
18, 27	1	1,8	2,55
	2	0,8	1,01
37, 38	1	0,4	0,7
	2	0,1	0,199

Параметры заготовки, такие как, напуски, степень сложности, степень точности, пространственные отклонения поверхностей, величина облоя и ряд других определяются по данным [11] и более подробно представлены на соответствующем чертеже графической части данной выпускной квалификационной работы.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Маршрут изготовления детали формируем на базе маршрутов обработки поверхностей, приведенных выше. В ходе выполнения анализа исходных данных было выяснено, что маршрут обработки детали формируется на базе типовых маршрутов изготовления [12, 13]. Основные принципы формирования маршрута изготовления детали приведены в литературе [14].

Маршрут обработки, основанный на типовом маршруте, выглядит следующим образом.

На первой операции 005 Фрезерноцентровальной будем обрабатывать торцы детали 1, 36 и сверлить искусственные технологические базы в виде центровых отверстий 37, 38.

Далее на операциях 010 Токарной и 015 Токарной обтачивается контур детали поверхности 25, 27, 28, 29, 30, 31, 34 и 3, 6, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21 соответственно.

Затем на операциях 020 Токарной и 025 Токарной проводится чистовое точение поверхностей 25, 27, 26, 31, 32, 33, 34, 35 и 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22 соответственно.

После предварительного получения контура детали на предыдущих операциях выполняем группу операций по обработке зубчатого венца и шлиц. Для этого выполняются следующие операции: 030 Зубофрезерная поверхности 23, 24; 035 Шлицефрезерная поверхности 5, 7; 040 Зубофасочная; 045 Шевинговальная поверхность 24.

Для придания поверхностям детали заданной твердости проводится 050 Термическая операция, на которой термической обработке подвергаются все поверхности.

Далее необходимо провести чистовую обработку поверхностей детали, но перед этим необходимо подготовить чистовые технологические базы, форма которых изменилась после проведения термической операции. С этой целью выполняется 055 Центрошлифовальная операция, на которой обрабатываются поверхности 37, 38.

После этого можно выполнять окончательную обработку. Сначала выполняются операции черного шлифования 060 Круглошлифовальная и 065 Торцекруглошлифовальная на которых обрабатываются поверхности 6, 34 и 12, 14, 16. Далее выполняются операции чистового шлифования 070 Круглошлифовальная и 075 Торцекруглошлифовальная для поверхностей 34 и 12, 14, 16 соответственно. Окончательная обработка поверхности 34 производится на операции тонкого шлифования 080 Круглошлифовальной.

На заключительном этапе механической обработки производится окончательная обработка шлиц (поверхность 5) и зубьев (поверхность 24) на операциях 085 Шлицешлифовальной и 090 Зубошлифовальной.

Операция 095 Моечная предназначена для промывки детали. На 100 Контрольной операции контролю подвергаются все поверхности согласно контрольной карты.

Далее необходимо для каждой операции разработать схемы базирования. Как отмечалось при анализе исходных данных и, исходя из рекомендаций [15] в данном случае за технологические базы на 005 операции следует принять поверхности шеек вала-шестерни и торец. На всех операциях лезвийной обработки 010-045 базой будут, выполненные специально для этих целей центровые отверстия и шейки вала-шестерни. На 055 операции базой будут поверхности шеек вала-шестерни и торец. Для всех остальных операций шлифования 060-090 базой будут центровые отверстия и шейки вала-шестерни. Такие схемы базирования позволят

минимизировать погрешность, возникающую при базировании на операциях механической обработки.

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Средства оснащения технологического процесса будем выбирать исходя из особенностей среднесерийного типа производства. Как отмечалось при анализе исходных данных, наиболее предпочтительным решением в данном случае является использование универсальных и стандартизированных средств оснащения во всех возможных случаях. Более подробные рекомендации по выбору средств оснащения содержатся в литературе [16]. Конкретные модели и типоразмеры средств оснащения производим по справочным данным и каталогам [17, 18, 19, 20, 21].

По выбору оборудования получаем следующие результаты.

Для операции 005 Фрезерно-центровальной станок Фрезерно-центровальный п/а МР-78.

Для операций 010, 015, 020, 025 Токарных станок Токарно-винторезный 16К20Ф3.

Для операции 030 Зубофрезерной станок Зубофрезерный 5310А.

Для операции 035 Шлицефрезерной станок Шлицефрезерный 5350.

Для операции 040 Зубофасочной станок Зубофасочный ВС-320А.

Для операции 045 Зубошевинговальной станок Зубошевинговальный 5А702Г.

Для операции 055 Центрошлифовальной станок Центрошлифовальный 3922.

Для операции 060 Круглошлифовальной станок Круглошлифовальный 3А151.

Для операции 065 Торцекруглошлифовальной станок Торцекруглошлифовальный 3Т160.

Для операции 070 Круглошлифовальной станок Круглошлифовальный 3А151.

Для операции 075 Торцекруглошлифовальной станок Торцекруглошлифовальный 3Т160.

Для операции 080 Круглошлифовальной станок Круглошлифовальный 3А151.

Для операции 085 Шлицешлифовальной станок Шлицешлифовальный 3450.

Для операции 090 Зубошлифовальной станок Зубошлифовальный 5В833.

По выбору станочных приспособлений получаем следующие результаты.

Для операции 005 Фрезерно-центровальной тиски самоцентрирующие.

Для операций 010, 015, 020, 025 Токарных центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ8742-75; патрон трехкулачковый ГОСТ2675-73.

Для операции 030 Зубофрезерной центр плавающий ГОСТ2375-79, патрон поводковый ГОСТ2571-71.

Для операции 035 Шлицефрезерной центр плавающий ГОСТ2375-79, патрон поводковый ГОСТ2571-71.

Для операции 040 Зубофасочной центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ8742-75, патрон трехкулачковый ГОСТ2675-73.

Для операции 045 Зубошевинговальной центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71.

Для операции 055 Центрошлифовальной центр неподвижный ГОСТ8742-75, тиски самоцентрирующие.

Для операции 060 Круглошлифовальной центр неподвижный ГОСТ8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71.

Для операции 065 Торцекруглошлифовальной центр неподвижный ГОСТ8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71.

Для операции 070 Круглошлифовальной центр неподвижный ГОСТ8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71.

Для операции 075 Торцекруглошлифовальной центр неподвижный ГОСТ8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71.

Для операции 080 Круглошлифовальной центр неподвижный ГОСТ8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71.

Для операции 085 Шлицешлифовальной центр неподвижный ГОСТ8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71.

Для операции 090 Зубошлифовальной центр неподвижный ГОСТ8742-75, патрон поводковый ГОСТ2571-71.

По выбору режущего инструмента получаем следующие результаты.

Для операции 005 Фрезерно-центровальной фрезы торцевые ГОСТ1695-80 Ø40 Т5К10, сверло центровочное А 6,3 ГОСТ14952-80 Р6М5.

Для операций 010, 015 Токарных резец контурный специальный Т5К10.

Для операций 020, 025 Токарных резец контурный специальный Т30К4, резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4.

Для операции 030 Зубофрезерной фреза зубонарезная ГОСТ9324-80 Р6М5.

Для операции 035 Шлицефрезерной фреза шлицевая ГОСТ8027-82 Р6М5.

Для операции 040 Зубофасочной фреза специальная Р6М5.

Для операции 045 Зубошевинговальной шевер дисковый Ø180 ГОСТ8570-75 Р18.

Для операции 055 Центрошлифовальной головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ2447-82.

Для операции 060 Круглошлифовальной круг шлифовальный 1-500x203x80 23А46М6V8 30м/с1А ГОСТ52781-2007.

Для операции 065 Торцекруглошлифовальной круг шлифовальный 5-500x203x80 23А46М6V8 30м/с1А ГОСТ52781-2007.

Для операции 070 Круглошлифовальной круг шлифовальный Тип 1-400x127x16 24А80М5V5 30м/с1А ГОСТ52781-2007.

Для операции 075 Торцекруглошлифовальной круг шлифовальный Тип 5- 500x203x80 24A80M5V5 30м/с1А ГОСТ52781-2007.

Для операции 080 Круглошлифовальной круг шлифовальный тип - 1 400x127x16 25A80K5V35м/с1А ГОСТ52781-2007.

Для операции 085 Шлицешлифовальной круг шлифовальный тип – 3 80x20x6 25A80K5V35м/с1А ГОСТ52781-2007.

Для операции 090 Зубошлифовальной круг шлифовальный 25A80K5V35м/с1А ГОСТ52781-2007.

По выбору контрольного инструмента и приспособлений получаем следующие результаты.

Для операции 005 Фрезерно-центровальной штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ160-80, калибр контроля центрального отверстия.

Для операций 010, 015 Токарных штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ160-80.

Для операций 020, 025 Токарных микрометр МК-50 ГОСТ6507-78.

Для операции 030 Зубофрезерной шаблон.

Для операции 035 Шлицефрезерной шаблон.

Для операции 040 Зубофасочной шаблон.

Для операции 045 Зубошеввинговальной шаблон.

Для операции 055 Центрошлифовальной шаблон.

Для операции 060 Круглошлифовальной скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.

Для операции 065 Торцекруглошлифовальной скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.

Для операции 070 Круглошлифовальной скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.

Для операции 075 Торцекруглошлифовальной скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.

Для операции 080 Круглошлифовальной скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75.

Для операции 085 Шлицешлифовальной шаблон.

Для операции 090 Зубошлифовальной шаблон.

2.5 Определение режимов резания

На данном этапе необходимо определить режимы резания для всех операций технологического процесса и произвести их нормирование, т.е. определить время на их выполнение. При анализе исходных данных отмечалось, что наиболее целесообразно в данном случае использовать методику, основанную на использовании опытно-статистических данных [22, 23]. Основным недостатком данной методики является то, что она не учитывает фактических условий обработки, таких как техническое состояние технологического оборудования и средств оснащения. Поэтому полученные данные могут быть занижены и могут привести к потере времени на обработку. В связи с этим при внедрении проектируемого техпроцесса в производство необходимо обратить внимание на возможность корректировки режимов резания в сторону их интенсификации. Под режимами резания подразумеваются следующие параметры технологической операции: подача (S_o), скорость резания (V), частота вращения шпинделя заготовки или инструмента (n), длина рабочего хода (L_{PX}), основное время (T_o). Результатом выполнения данного этапа являются режимы резания, приведенные в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Определение режимов резания

Переход	S_o , мм/об	V , м/мин	n , об/мин	L_{PX} , мм	T_o , мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005					
1	(0,15)	46,4	250	20	0,3
Операция 010					
1	0,3	161	1900	76	0,14
2	0,3	161	1900	24	0,05
Операция 015					

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
1	0,3	161	1900	85	0,15
2	0,3	161	1900	18	0,04
Операция 020					
1	0,1	160	1900	62	0,33
Операция 025					
1	0,1	160	1900	73	0,39
2	0,09	160	1900	2	0,03
3	0,09	160	1900	3	0,03
Операция 030					
1	2,5	40	250	18	0,8
Операция 035					
1	2,4	11	250	30	1,1
Операция 040					
1			600	18	0,3
Операция 045					
1	120	12	260	18	0,92
Операция 055					
1	0,55	15	300	0,8	0,18
Операция 060					
1	0,013	26	368	22	0,65
2	0,013	26	368	28	0,98
Операция 065					
1	0,009	26	300	0,382	0,2
Операция 070					
1	0,008	30	368	22	0,10
Операция 075					
1	0,003	30	300	0,192	0,32

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
Операция 080					
1	0,001	30	300	22	0,11
Операция 085					
1	0,01	44	1000	30	0,56
Операция 090					
1	0,01	250	1500	18	0,25

Результаты расчетов режимов резания и нормирования операций отражены в технологической документации и технологических наладках.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Проектирование приспособления будем производить для операции, которая не отвечает одному из требований, предъявляемых к техпроцессу изготовления вала-шестерни. В нашем случае это 005 Фрезерно-центровальная операция, основным недостатком которой в базовом техпроцессе является схема базирования, которая реализуется путем установки на призмы с дальнейшей силовой фиксацией при помощи прихвата. Такая схема базирования приводит к появлению дополнительных погрешностей, что снижает точность обработки и повышает припуски на обработку. Модернизированная схема базирования представлена на рисунке 3.1. Данная схема базирования лишена указанных выше недостатков, но для ее реализации требуется проектирование станочного приспособления.

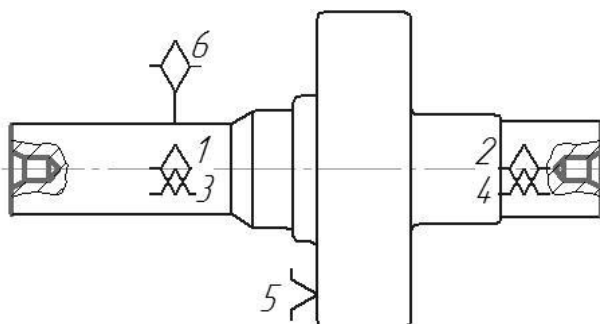


Рисунок 3.1 – Эскиз схемы базирования

Основной задачей операции является подготовка чистовых технологических баз. Оборудование, режущий инструмент и режимы резания, используемые на данной операции, определялись ранее. Для проведения расчетов и проектирования используем методику и данные [24].

Для реализации принятой схемы базирования необходимо спроектировать самоцентрирующее приспособление, что обеспечивается установкой заготовки в призматические губки, которые при закреплении сдвигаются к центру одновременно.

На первом этапе рассчитываем силы, возникающие при механической обработке. При этом следует учитывать, что операция выполняется за два последовательных перехода, поэтому силы необходимо рассчитать для обоих случаев.

Крутящий момент M'_{KP} от силы P_Z , возникающий при фрезеровании торцов определяется по формуле:

$$M'_{KP} = \frac{P_Z \cdot D_{CP}}{2}, \quad (3.1)$$

где D_{CP} – средний диаметр торцов, которые обрабатываются, мм.

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.2)$$

где C_p , x , y , K_p – показатели, которые учитывают реальные условия обработки;

t – глубина обработки, мм;

S – подача, мм/об.

$$P_Z = 10 \cdot 408 \cdot 1,5^{0,72} \cdot 0,16^{0,8} \cdot 0,90 = 1132 \text{ Н.}$$

$$M'_{KP} = \frac{1132 \cdot 12}{2} = 6792 \text{ Н мм.}$$

Крутящий момент M''_{KP} и осевая сила P_O , возникающие при выполнении перехода сверления определяются по формулам:

$$M''_{KP} = 10 \cdot C_M \cdot D_C^g \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.3)$$

$$P'_O = 10 \cdot C_p \cdot D_C^g \cdot S^y \cdot K_p, \quad (3.4)$$

где C_M , C_p , g , y , K_p – показатели, которые учитывают реальные условия обработки;

D_c – диаметр сверления, мм.

$$M''_{KP} = 10 \cdot 0,345 \cdot 5^2 \cdot 0,16^{0,8} \cdot 1 = 45,5 \text{ Н мм.}$$

$$P'_o = 10 \cdot 68 \cdot 5^1 \cdot 0,16^{0,7} \cdot 1 = 1200 \text{ Н.}$$

Расчет усилия зажима выполняем по максимальному крутящему моменту и осевой силе.

Момент закрепления для данной схемы закрепления рассчитывается по формуле:

$$M_3 = \frac{4 \cdot W \cdot f \cdot D_1}{2} + \frac{4 \cdot W \cdot f \cdot D_2}{2} = 2 \cdot W \cdot f \cdot (D_1 + D_2), \quad (3.5)$$

где W – сила закрепления, Н;

D_1 , D_2 – диаметры шеек, за которые происходит закрепление, мм;

f – показатель трения в месте контакта.

Приравняв M_{KP} и M_3 получаем:

$$W' = \frac{K \cdot M_{KP}}{4f \cdot (D_1 + D_2)}, \quad (3.6)$$

где K – коэффициент запаса.

$$W' = \frac{2,16 \cdot 6792}{4 \cdot 0,18 \cdot (19 + 18)} = 551 \text{ Н.}$$

$$W'' = \frac{K \cdot P'_o}{8f}. \quad (3.7)$$

$$W'' = \frac{2,16 \cdot 1200}{8 \cdot 0,18} = 1800 \text{ Н.}$$

При определении усилия прикладываемого к одной призме берем наибольшее из двух полученных значений:

$$R = \frac{W}{\sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (3.8)$$

где α – угол призмы, град.

$$R = \frac{1800}{\sin 45^\circ} = 2546 \text{ Н.}$$

Для определения усилия у основания призм Q' необходимо учесть потери на трение в направляющих призмы.

$$Q' = \frac{R}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1} \quad (3.9)$$

где l , H – конструктивные характеристики призмы, которые определяются прочерчиванием, мм.

$$Q' = \frac{2546}{1 - \frac{3 \cdot 75}{180} \cdot 0,1} = 2910 \text{ Н.}$$

В конструкции проектируемого приспособления предполагается использовать винтовой зажимной механизм. Суть расчета данного механизма зажима заключается в определении крутящего момента $M_{кр}$, который необходимо приложить к винту для создания необходимого усилия закрепления. При этом следует учесть, что усилие Q прикладывается к двум призмам, т.е. расчетное усилие Q' нужно увеличить в 2 раза.

$$M_{KP} = \frac{Q \cdot d_{CP} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}{2}, \quad (3.10)$$

где d_{CP} – средний диаметр резьбы, мм;

α – угол резьбы, град;

φ – угол трения, град.

$$M_{KP} = \frac{5820 \cdot 27 \cdot \operatorname{tg}(5^\circ + 5,7^\circ)}{2} = 29689 \text{ Н мм.}$$

Спроектированное приспособление должно обеспечивать необходимую точность установки. Для того чтобы приспособление удовлетворяло заданной точности установки должно выполняться условие:

$$\varepsilon_{IP} \leq T - K_T \sqrt{K_{T1} \varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + K_{T2} \omega}, \quad (3.11)$$

где T – допуск выполняемого размера, мм;

K_T – коэффициент, который характеризует отклонения от закона нормального распределения;

ε_6 – погрешность от несовпадения баз, мм;

ε_3 – погрешность от сил закрепления, мм;

ε_Y – погрешность от смещения приспособления при его установке на столе станка, мм;

ε_{II} – погрешность от износа установочных элементов, мм;

ω – точность, достигаемая при механической обработке, мм.

$$\varepsilon_{II} = U_o \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \quad (3.12)$$

где U_o – величина среднего износа установочных элементов, мм;

K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты, учитывающие реальные условия работы приспособления.

$$\varepsilon_{II} = 115 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 1 = 0,1 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{III} \leq \sqrt{0 - 0 + 0,05^2 + 0,1^2 + 0,6 \cdot 0,25} = 0,187 \text{ мм.}$$

Исходя из полученного значения погрешности приспособления, использую способ равных допусков для расчета необходимой точности составляющих размерной цепи, получаем, что при изготовлении элементов составляющих входящих в размерную цепь необходимо обеспечить их точность равную 0,06 мм.

Приспособление состоит из корпуса, на котором выполнены прямоугольные направляющие под ползуны, прикрепляемые при помощи планок. Ползуны крепятся к толкателям упорами. В толкатели ввернуты гайки, у которых внутренняя резьба трапецеидальная. Гайки при помощи резьбы соединены с винтами, которые соединяются муфтой. Винты установлены в стакане через втулки. В осевом направлении винты ограничиваются подшипниками, установленными в крышках. Установочные элементы, выполненные в виде призм устанавливаются на ползуны через пальцы.

Закрепление заготовки осуществляется посредством вращения винта, вращательное движение которого преобразуется в поступательное движение гайки, которая перемещает ползуны, с закрепленными на них призмами, по направляющим обеспечивая тем самым зажим.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Режущий инструмент, используемый на токарных чистовых операциях, по типовому технологическому процессу имеет ряд недостатков, основной из которых заключается в появлении сливной стружки на более интенсивных режимах обработки. Это приводит к необходимости намеренного занижения режимов резания и, как следствие, увеличению времени на обработку.

Проведем проектирование резца, позволяющего исключить данный недостаток по методике [25].

Крепление режущей пластины оставляем стандартное механическое с использованием опорной пластины. Такое решение позволяет достаточно надежно закрепить пластину без существенного удорожания резца. Главный угол в плане принимаем согласно рекомендациям исходя из условий обработки $\varphi = 93^\circ$.

Для определения основных параметров резца: рабочей высоты H , ширины державки B , высоты державки H_1 , и длины резца L необходимо рассчитать площадь поперечного сечения стружки F :

$$F = t \cdot S, \quad (3.13)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об.

$$F = 0,805 \cdot 0,1 = 0,08 \text{ мм}^2.$$

Такое сечение соответствует следующим параметрам резца: $H = 25$ мм, $B = 20$ мм, $H_1 = 20$ мм, $L = 140$ мм.

Далее проводим расчет штифта, на который будет установлена пластина. Суть расчета заключается в определении минимально допустимого диаметра штифта.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}}, \quad (3.14)$$

где Q_1 - сила, которая действует на штифт в процессе резания, Н;

σ_0 - допускаемое материалом штифта напряжение, МПа.

Q_1 определяется из соотношения:

$$P_{z \max} = 0,7 \cdot Q_1, \quad (3.15)$$

где $P_{z \max}$ – максимальное значение силы резания, Н.

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7}. \quad (3.16)$$

$$Q_1 = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н}, \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{3,14 \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

Расчеты показали, что диаметр штифта должен быть более 1,6 мм.

С целью улучшения процесса завивания и дробления стружки в конструкции данного резца применена пластина с особой формой заточки. На режущей пластине выполнены уступы специальной конструкции, которые в процессе резания создают дополнительную деформацию срезаемого слоя, что приводит к его дроблению. Геометрические параметры уступа принимаем по рекомендациям [26].

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

В таблице 4.1 представлены определенные согласно методике [27] характеристики технологического процесса изготовления вала-шестерни.

Таблица 4.1 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Технологический процесс изготовления вала-шестерни	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3	Сталь 20Х ГОСТ 4543-71, смазочно-охлаждающая жидкость
	Зубофрезерная операция	Зуборезчик	Станок зубофрезерный 5310А	«Модус-МС», ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Согласно рекомендациям [25] проводим идентификацию профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса. Результаты оформляем в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3
Токарная операция, зубофрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок зубофрезерный 5310А, приспособления для закрепления заготовки, металлорежущий инструмент, межоперационный транспорт
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Заготовка, металлорежущий инструмент
	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок зубофрезерный 5310А, приспособления для закрепления заготовки, металлорежущий инструмент, межоперационный транспорт
	Опасные и вредные производственные факторы, характеризующиеся	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок зубофрезерный

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	повышенным уровнем шума	5310А, приспособления для закрепления заготовки, металлорежущий инструмент, межоперационный транспорт
	Опасные и вредные производственные факторы, электрического тока	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок зубофрезерный 5310А
	Опасные и вредные производственные факторы, вызванные высокой температурой	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок зубофрезерный 5310А, приспособления для закрепления заготовки, металлорежущий инструмент, межоперационный транспорт
	Опасные и вредные производственные факторы, вызванные загрязнением воздушной среды в зоне дыхания парами и аэрозолем смазочно-охлаждающей жидкости	Смазочно-охлаждающая жидкость «Модус-МС»
	Динамические нагрузки, вызванные монотонностью труда	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок зубофрезерный 5310А, приспособления для

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
		закрепления заготовки, металлорежущий инструмент

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Результаты выполнения данного раздела приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работающего
1	2	3
Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Своевременное проведение всех видов инструктажей, наличие инструкций по охране труда, использование защитных ограждений, экранов, автоматических выключателей и других средств коллективной защиты	Костюм вискозно-лавсановый, ботинки хромовые, головной убор, очки (щитки) защитные, рукавицы комбинированные, защитная каска, подшлемник под каску
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и	Своевременное проведение всех видов инструктажей, наличие	Рукавицы комбинированные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
оборудования	инструкций по охране труда, удаление острых кромок и заусенцев, использование соответствующих режимов резания	
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	Своевременное проведение всех видов инструктажей, наличие инструкций по охране труда, монтаж оборудования на виброгасящие опоры или массивные фундаменты, дистанционное управление оборудованием	Обувь с вкладышем из упругодемпфирующего вещества
Опасные и вредные производственные факторы, характеризующиеся повышенным уровнем шума	Своевременное проведение всех видов инструктажей, наличие инструкций по охране труда, использование глушителей, звукопоглощающих кожухов, обработка источника шума звукопоглощающими материалами	Наушники противозумные или вкладыши противозумные
Опасные и вредные производственные факторы электрического тока	Своевременное проведение всех видов инструктажей, наличие инструкций по охране труда, заземление станков,	Диэлектрические коврики

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
	<p>изоляция и ограждение токоведущих частей оборудования, применение автоматических систем аварийного отключения оборудования, нанесение предупреждающих знаков</p>	
<p>Опасные и вредные производственные факторы, вызванные высокой температурой</p>	<p>Своевременное проведение всех видов инструктажей, наличие инструкций по охране труда, использование защитных ограждений, экранов и других средств коллективной защиты, использование смазочно-охлаждающих жидкостей для охлаждения зоны резания</p>	<p>Костюм вискозно-лавсановый, ботинки хромовые, головной убор, очки (щитки) защитные, рукавицы комбинированные</p>
<p>Опасные и вредные производственные факторы, вызванные загрязнением воздушной среды в зоне дыхания парами и аэрозолью смазочно-охлаждающей жидкости</p>	<p>Своевременное проведение всех видов инструктажей, наличие инструкций по охране труда, использование защитных экранов, изоляция рабочей зоны станков, использование местной принудительной вентиляции</p>	<p>Респиратор, костюм вискозно-лавсановый, ботинки хромовые, головной убор, очки (щитки) защитные, рукавицы комбинированные</p>
<p>Динамические нагрузки, вызванные монотонностью труда</p>	<p>Своевременное проведение всех видов инструктажей, наличие</p>	

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
	инструкций по охране труда, использование системы регламентированных перерывов	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность на производстве обеспечивается путем разработки комплекса мер, представленных в таблицах 4.4 – 4.6.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок изготовления вала-шестерни	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок зубофрезерный 5310А	Класс пожара В (пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов)	Излишний тепловой поток, пламя, искры, повышенная температура источника пожара, высокая концентрация токсичных веществ в воздухе и низкая концентрация кислорода, ухудшение видимости	Разрушение технологического оборудования; разрушение электроизоляции на токопроводящих частях оборудования; влияние средств тушения пожара

Таблица 4.5 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)
Огнетушители ручные, пенные, пожарные щиты, асбестовое полотно, войлок, кошма	Пожарные машины, передвижные углекислотные огнетушители	Порошковая автоматическая система тушения пожара	Извещатели пожарные; системы передачи извещений о пожаре; технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Пожарные краны, пожарные рукава, ящики с песком	Противогазы, респираторы, самоспасатели	Пожарные лопаты, багры, топоры, ведра

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Технологический процесс изготовления вала-шестерни	Создание добровольной пожарной охраны, инструктаж и обучение	Проведение пожарных инструктажей, наличие пожарной сигнализации,

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3
	<p>правилам пожарной безопасности на участке, обучение действиям при возникновении пожара и эвакуации, использование наглядной агитации</p>	<p>автоматической системы пожаротушения, наличие первичных средств пожаротушения</p>

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Мероприятия по оценке и обеспечению экологической безопасности представлены в таблицах 4.7, 4.8.

Таблица 4.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра), образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Технологический процесс изготовления вала-шестерни	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок зубофрезерный 5310А	Мелкодисперсные частицы стружки, пыль, взвесь смазочно-охлаждающей жидкости	Растворы нефтепродуктов, смазочно-охлаждающая жидкость, твердые частицы в виде стружки и металлической пыли	Металлические отходы в виде лома и стружки, ветошь, остатки нефтепродуктов, остатки смазочно-охлаждающей жидкости

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления вала-шестерни
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование для очистки воздуха комплекса состоящего из циклонов, ротационных пылеуловителей и рулонных аппаратов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование замкнутого цикла использования воды. Многоступенчатая очистка с использованием физико-химических установок для очистки
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Использование предварительной сортировки отходов. Повторная переработка металлических отходов производства. Переработка и сжигание отходов на мусороперерабатывающих заводах

4.6 Заключение по разделу

В ходе выполнения раздела был разработан комплекс мероприятий по выявлению, устранению и снижению воздействия профессиональных рисков, действующих на производстве. Рассмотрены основные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Проведено выявление основных негативных экологических факторов и разработаны основные мероприятия по снижению воздействия рассматриваемого технологического процесса на окружающую среду.

5 Экономическая эффективность работы

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

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня» коснулись операций:

– 060 шлифовальной, здесь заменили шлифовальным кругом формы 1-500x203x80 23A46M6V8 30м/с1А на сборный шлифовальный круг формы 1-500x203x80 23A46M6V8 30м/с1А с винтами для подачи СОЖ. Данное совершенствование привело к уменьшению основного времени примерно на 22%;

– 070 шлифовальной, здесь заменили шлифовальный круг формы 1-400x127x16 24A80M5V5 30м/с1А на сборный шлифовальный круг формы 1-400x127x16 24A80M5V5 30м/с1А с винтами для подачи СОЖ. Данное совершенствование привело к уменьшению основного времени примерно на 69%;

– 080 шлифовальной, здесь заменили шлифовальный круг формы 1 400x127x16 25A80K5V35м/с1А на сборный шлифовальный круг формы 1 400x127x16 25A80K5V35м/с1А с винтами для подачи СОЖ. Данное совершенствование привело к уменьшению основного времени примерно на 70%.

Учитывая описанные изменения, по методике «Расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование» [28], определим капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, которые будут учитывать:

- затраты на проектирование совершенствований технологического процесса,
- затраты на инструмент для операций 060, 070 и 080.

Сложив полученные величины, будут определены общие капитальные вложения, равные сумме 60977,79 рублей, которые предназначены только для выполнения заданной программы выпуска детали «Вал-шестерня» в объеме 5000 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Вал-шестерня» по описанным операциям, с применением методики «Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [28]. Обычно технологическая себестоимость складывается из четырех показателей:

- затрат на основной материал (M),
- основной заработной платы ($Z_{пл.осн}$),
- начислений на заработную плату ($H_{з.пл}$),
- и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{э.об}$).

Однако, если в ходе совершенствования технологического процесса, изменения не касаются метода получения заготовки, то величиной затрат на основной материал можно пренебречь, т.к. ее значение не оказывает влияние на уровень отклонений в технологической себестоимости. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 5.1.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в среднем примерно на 28,4%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 5,66 рублей, что составило 28,5%.

Знание величины технологической себестоимости, необходимо для определения величин:

- цеховой себестоимости;
- заводской или производственной себестоимости;
- полной себестоимости детали по сравниваемым операциям.

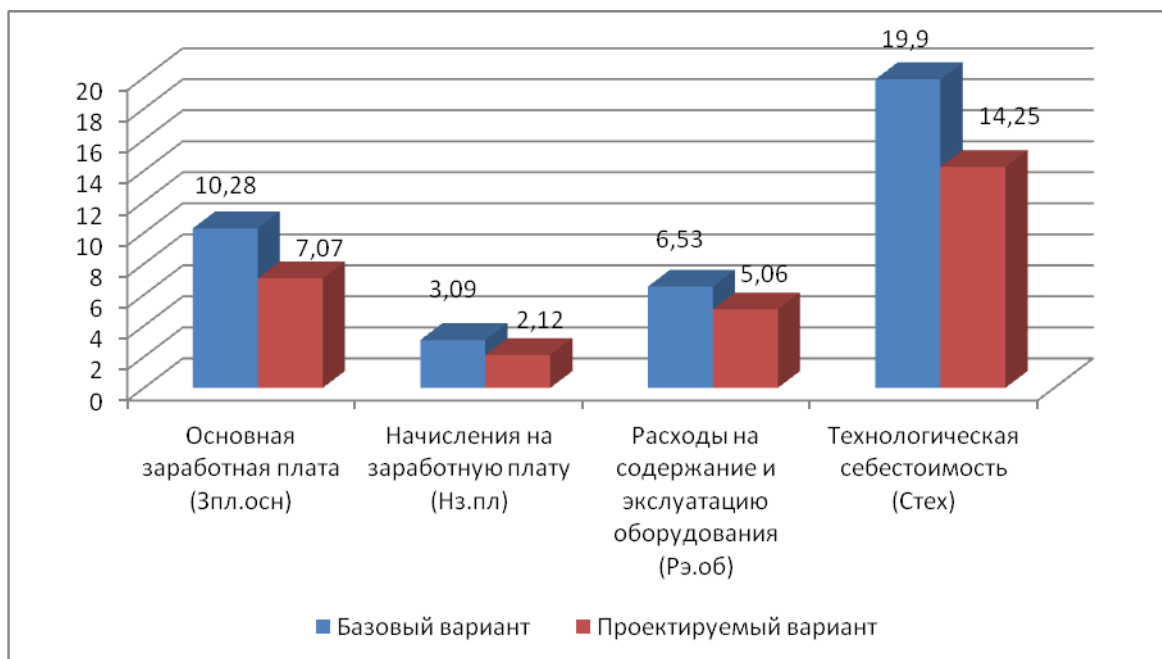


Рисунок 5.1 – Технологическая себестоимость детали «Вал-шестерня», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Для определения всех указанных величин используется методика «Калькуляция себестоимости обработки» [28], благодаря которой полная себестоимость ($C_{полн}$) по базовому варианту составляет 57,5 рублей, а по проектируемому – 40,09 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 17,41 рублей с единицы изделия или 30,3%. Однако при сравнении изменений величин технологической и полной себестоимости, изменение последней увеличилось, это может быть связано с тем, что на определенном этапе произошло уменьшение управленческих расходов.

Далее, учитывая методику «Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта» [28], рассчитаем ряд основополагающих экономических показателей, таких как:

- чистая прибыль ($П_{чист}$), которая составит 69640 рублей;
- срок окупаемости ($T_{ок}$), который составит 2 года;
- чистый дисконтируемый доход ($ЧДД$), величина которого равна 13815,57 рублей.

Последний из представленных показателей, позволяет сделать окончательное заключение об экономической целесообразности проектируемого варианта технологического процесса. Если ЧДД > 0 , то проект считается эффективным и его рекомендуется внедрять, если ЧДД < 0 , то проект не эффективен и деньги рекомендуют вкладывать в банк. Предложенные совершенствования технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня» позволяют получить положительную величину чистого дисконтируемого дохода, что делает его экономически эффективным, поэтому после вложения денежных средств в совершенствование технологического процесса, предприятие получит прибыль в размере 1,23 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы стал технологический процесс изготовления вала-шестерни механизма загрузки автоматической линии ф. «КУКА», разработанный на базе типового техпроцесса с учетом конструктивных и технологических особенностей данной детали. Также произведен анализ полученного техпроцесса, выявлены наиболее проблемные операции, которые затем были модернизированы. Для этого спроектированы нестандартные средства технологического оснащения. Полученные результаты проверены на предмет безопасности их внедрения в технологический процесс и на экономическую эффективность их внедрения.

В результате выполнения работы получен весь комплект технологической и конструкторской документации для спроектированного технологического процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Клепиков, В.В. Технология машиностроения / В.В Клепиков., А.Н. Бодров. – М. : ФОРУМ ИНФРА, 2004. - 860 с.
2. 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.
3. Химический состав и физико-механические свойства стали 20Х [Электронный ресурс] – URL: <http://tekhnar.ru/materialy/20h.html> (дата обращения: 15.04.2019).
4. Маталин, А.А. Технология машиностроения : учеб. Для студ. Вузов, обуч. По спец. 151001 напр. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. Производств» / А.А. Маталин. – Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. – СПб. : Лань, 2010. – 512 с.
5. Технология машиностроения: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л.В. Лебедев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. - 620 с.
6. Зубарев, Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 25.04.2019).
7. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. - 269 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/37101> (дата обращения: 25.04.2019).
8. Михайлов, А.В. Основы проектирования технологических

процессов машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев, А.Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. - 335 с.

9. 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.

10. 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.

11. Схиртладзе, А.Г. Проектирование и производство заготовок : учеб. для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин, А.В. Макаров. – 3-е изд., перераб. и доп. ; Гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2009. – 447 с.

12. Седых, Л.В. Технология машиностроения: практикум / Л.В. Седых. – Москва. : МИСиС, 2015. - 73 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/69757> (дата обращения: 06.05.2019).

13. Технология машиностроения: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Л.В. Лебедев [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. - 620 с.

14. Расторгуев, Д.А. Проектирование технологических операций: электрон. учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти. : ТГУ, 2015. - 140 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/76> (дата обращения: 06.05.2019).

15. Лебедев, В.А. Технология машиностроения: Проектирование технологий изготовления изделий: учеб. пособие для вузов / В.А. Лебедев, М.А. Тамаркин, Д.П. Гепта. - Гриф УМО. – Ростов-на-Дону. : Феникс, 2008. - 361 с.

16. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения: учебник / А.Н.

Ковшов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 320 с.
[Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/86015> (дата обращения: 15.05.2019).

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

18. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 2 / А.Г. Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин. - 4-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. - 517 с.

19. Иванов, В.П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия: учеб. для студентов вузов по специальности "Оборудование и технологии высокоэффектив. процессов обработки материалов" / В.П. Иванов, А.В. Крыленко. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 234 с.

20. Боровский, Г.В. Справочник инструментальщика / Г.В. Боровский, С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов ; под общ. ред. А.Р. Маслова. - 2-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение, 2007. - 463 с.

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. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / под общ. ред. В.И. Баранчикова. – Москва. : Машиностроение, 1990 – 399 с.

23. 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.

24. Схиртладзе, А.Г. Станочные приспособления: учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков. - Гриф МО. – Москва. : Высш. шк., 2001. - 110 с.

25. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учеб. пособие для вузов / Г.Н. Кирсанов [и др.] ; под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М. : Машиностроение, 1986. – 288 с.

26. Инженерные основы современных технологий: средства технол. оснащения машиностр. пр-ва: учеб. для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки "Менеджмент", "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / Ю.М. Передрей [и др.]. - Старый Оскол. : ТНТ, 2016. - 199 с.

27. 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: 01.06.2019).

28. 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: 06.06.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм. № подл.	Лист	Лист	Листов
				<u>Документация</u>												
A1			19.БР.ОТМП.637.65.00.000СБ	Сборочный чертеж												
				<u>Детали</u>												
A3		1	19.БР.ОТМП.637.65.00.001	Винт	1											
A4		2	19.БР.ОТМП.637.65.00.002	Винт	1											
A4		3	19.БР.ОТМП.637.65.00.003	Втулка	1											
A4		4	19.БР.ОТМП.637.65.00.004	Втулка	2											
A2		5	19.БР.ОТМП.637.65.00.005	Гайка	2											
A3		6	19.БР.ОТМП.637.65.00.006	Гильза	1											
A3		7	19.БР.ОТМП.637.65.00.007	Кольцо	1											
A4		8	19.БР.ОТМП.637.65.00.008	Корпус	1											
A3		9	19.БР.ОТМП.637.65.00.009	Муфта	1											
A2		10	19.БР.ОТМП.637.65.00.010	Палец	2											
A3		11	19.БР.ОТМП.637.65.00.011	Планка	4											
A3		12	19.БР.ОТМП.637.65.00.012	Ползун	2											
A3		13	19.БР.ОТМП.637.65.00.013	Призма	4											
A2		14	19.БР.ОТМП.637.65.00.014	Сухарь	2											
A2		15	19.БР.ОТМП.637.65.00.015	Толкатель	2											
A3		16	19.БР.ОТМП.637.65.00.016	Упор	2											
A3		17	19.БР.ОТМП.637.65.00.017	Упор	1											
A3		18	19.БР.ОТМП.637.65.00.018	Фланец	1											
A2		19	19.БР.ОТМП.637.65.00.019	Фланец	1											
			19.БР.ОТМП.637.65.00.000													
							19.БР.ОТМП.637.65.00.000									
							Станочное приспособление									
										ТГУ, ИМ, зр. МСБЗ-1403						
										Формат А4						
										Копировал						

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		20		Винт М5х8 ГОСТ 17475-80	2	
		21		Винт М5х15 ГОСТ 17475-80	4	
		22		Винт М5х15 ГОСТ 17475-80	2	
		23		Винт М5х30 ГОСТ 17475-80	8	
		24		Винт М10х35 ГОСТ 17475-80	4	
		25		Подшипник 106 ГОСТ 8336-75	2	
		26		Прокладка ГОСТ 1567-70	2	
		27		Прокладка ГОСТ 1567-70	4	
		28		Упор ГОСТ 4084-78	1	
		29		Шпонка 10х10х20 ГОСТ 23360-78	2	
		30		Штифт 5х10 ГОСТ 16475-76	2	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дцкл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

19.БР.ОТМП.637.65.00.000

Лист
2

Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		Инв. № подл.	
Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание							
				<u>Документация</u>									
A2			19.БР.ОТМП.637.70.00.000СБ	Сборочный чертеж									
				<u>Детали</u>									
A3		1	19.БР.ОТМП.637.70.00.001	Вставка стингера	1								
A4		2	19.БР.ОТМП.637.70.00.002	Державка	1								
A4		3	19.БР.ОТМП.637.70.00.003	Штифт	1								
				<u>Стандартные изделия</u>									
				Винт зажимной	1								
		4		ГОСТ 17475-80									
		5		Клин ГОСТ 19084-80	1								
		6		Пластина опорная	1								
				ГОСТ 19046-80									
		7		Пластина режущая	1								
				ГОСТ 19046-80									
			19.БР.ОТМП.637.70.00.000										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Резец сборный проходной			Лист	Лист	Листов			
Разрад.	Леванов									1			
Пров.	Козлов												
Н.контр.	Егоров												
Утв.	Логинов				ТГУ, ИМ, зр. МСБЗ-1403								

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

Дил.																	
Взам.																	
Подп.																	

ТГУ Кафедра ОТМП

Вал-шестерня

М01	<i>Сталь 20Х ГОСТ 4543-71</i>												
Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ
М02	12	166	0,5кз	1	0,89	24	φ61x116					1	0,6кз

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт	
Б	Код, наименование оборудования															

А03	<i>XX XX XX 000 Заготовительная</i>														
Б04	<i>Горизонтально кобачная машина</i>														
05															
А06	<i>XX XX XX 005 4269 Фрезерно-центровальная</i>														
Б07	<i>381631 Фрезерно-центровальный МР-78 3 17845 312 1Р 1 1 1200 1 0,45</i>														
0 08	<i>Фрезеровать торцы: пов. 1, 36 в размер 200±0,3, сверлить отверстия: пов. 37, 38 в размер</i>														
09	<i>113,5±0,17; 16^{+0,10}; φ6</i>														
Т 10	<i>396131 Тиски машинные специальные; 391801 Фреза торцовая ГОСТ 1695-80 Т5К10; 3961267 Сверло</i>														
Т 11	<i>центровочное ГОСТ14952-80 Р6М5, 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ160-80; 393400 Калибр..</i>														
12															
А 13	<i>XX XX XX 010 4110 Токарная</i>														
Б 14	<i>381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1200 1 0,3</i>														
0 15	<i>Точить последовательно поверхности и торцы: 25, 27, 28, 29, 30, 31, 34 φ59,1_{0,3}; φ19,6_{0,21}; φ17,833_{0,18}</i>														
0 16	<i>71^{+0,3}; 76^{+0,3}; 935^{+0,35}</i>														
МК															

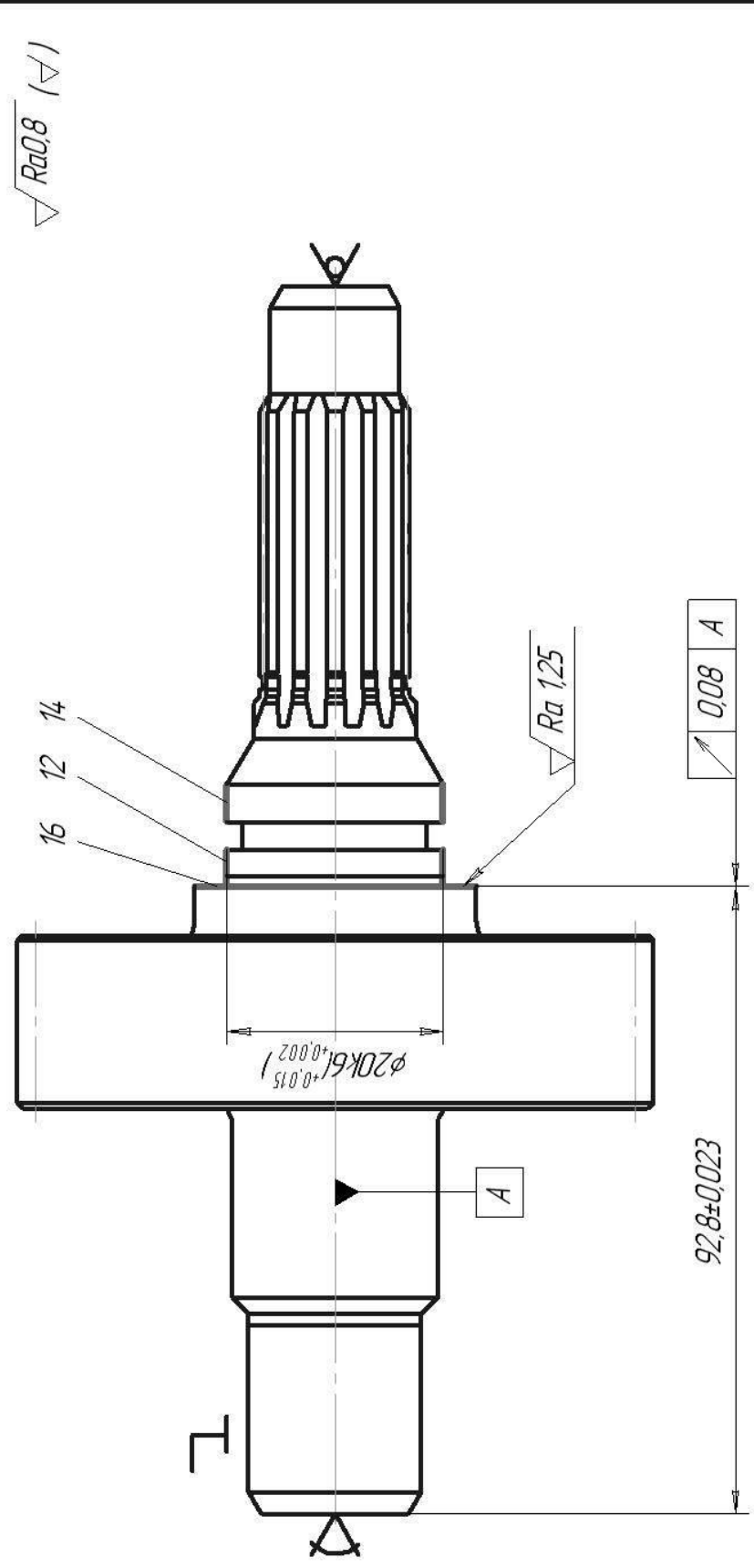
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кштм	Гроз	Тштм	
Б					Код, наименование оборудования												
А 94	XX XX XX	075	4130	Торцкрузлошлифовальная													
Б 95	381311	Торцкрузлошлифовальный	ЗТ160	З	18873	312	1Р	1	1	1200	1						0,48
0 96	Шлифовать поверхность: пов. 12, 14, 16 в размер $\phi 20^{+0,015}_{-0,002}$; 58 ^{+0,040}																
Т 97	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круз шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.																
98																	
А 99	XX XX XX	080	4131	Шлифовальная													
Б 100	381311	Крузлошлифовальный	ЗА151	З	18873	312	1Р	1	1	1200	1						0,3
0 101	Шлифовать поверхность 34 в размер $\phi 16^{+0,008}$																
Т 102	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круз шлифовальный; 394300 Скоба рычажная																
103																	
А 104	XX XX XX	085	4151	Шлицешлифовальная													
Б 05	381562	Шлицешлифовальный	3450	З	12287	312	1Р	1	1	1200	1						0,39
0 106	Шлифовать пов. 5 в размер 7-й степени точности																
Т 107	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 391810 Круз шлифовальный; 394300 Прибор измерительный																
Т 108	универсальный.																
109																	
А 110	XX XX XX	090	4151	Зубошлифовальная													
Б 111	381562	Зубошлифовальный	5В833	З	12287	312	1Р	1	1	1200	1						0,39
0 112	Шлифовать пов. 15 в размер 6-й степени точности																
Т 113	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 391810 Круз шлифовальный; 394300 Прибор измерительный																
Т 114	универсальный.																
115																	
А 116	XX XX XX	095	Моечная														
МК																	

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа																		
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт								
Б	Код, наименование оборудования																							
А 117	XX	XX	XX	100	Контрольная																			
118																								
						МК																		

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

Дцл.	Взам.	Подп.								Цех	Уч	Р/М	Опер.
Разработ.	Левачов				ТГУ,								
Проверил	Козлов				Кафедра ОТМП								
Н.контр.	Егоров				Вал-шестерня								
Наименование операции	Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД	
<i>Токарная</i>	20Х ГОСТ 4543-71			HВ 190	166	0,5	φ6х116				0,6	1	
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы			То	Тб	Твз	Тшм		СОЖ				
16K20Ф3				0,45			0,68		Укринор-1				
01	1. Установить заготовку												
T 02	396171 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392101 Резец контурный специальный Т30К4; 392101 Резец канавочный ГОСТ 18879-73 Т30К4; 393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.												
T 03													
0 04	2. Точить последовательно поверхность и торцы: пов. 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18.												
0 05	22 выдерживая размеры согласно эскиза.												
P 06	1			0,805			0,1			1900			160
P 07	2			0,1			0,09			1900			160
P 08	3			1,5			0,09			1900			160
T 05	5. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.												
09													

Дцбл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разроб.	Левачкоб																		
Проверил	Козлоб																		
Н.контр.	Егоров																		
										ТГУ, Кафедра ОТМП									
										Вал-шестерня									
										БР									
										075									



Дцбл.																	
Взам.																	
Подп.																	
Разработ.	ИГУ																
Проверил	Кафедра ОТМП																
Начинпр.																	
Наименование операции										Материал	ТВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Торцевку шлифовальная										20Х ГОСТ 4543-71	166	0,5	φ61х16		0,6	1	
Обработка устройства ЧПУ										Обозначение программы		Таб	Тпаз	Тшм		СОЖ	
3Т160													0,48		Укринол-1		
											0,32						
01										ПИ							
02																	
03																	
04														0,07	0,003	300	24
05																	
06																	
07																	
08																	
09																	
10																	

1. Установить заготовку
396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71, 39810 Круг шлифовальный.
2. Фрезеровать пов. 12, 14, 16 выдерживая размеры согласно эскиза.
3. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.