

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 барабана реверсивного аппарата

Студент

С.П. Федотов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин

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

Консультанты

к.э.н., доцент Н.В. Зубкова

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

к.т.н., доцент А.В. Краснов

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

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

Тольятти 2020

Аннотация

Федотов Сергей Петрович. Технологический процесс изготовления барабана реверсивного аппарата. Бакалаврская работа. Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2020. – 60с.

Рассмотрены вопросы совершенствования технологического процесса изготовления барабана.

Проведен экономический анализ получения заготовок, результатом которого является предложение способа получения заготовки методом литья в кокиль. Разработан технологический маршрут изготовления барабана для среднесерийного производства.

На протяжной операции на основе проведенных патентных и научных исследований усовершенствована конструкция круглой внутренней протяжки. Выполнена наладка на протяжную операцию.

Рассчитано и спроектировано станочное приспособление для захвата и удержания протяжки, режущий инструмент.

Выполнен анализ вредных производственных факторов. Даны рекомендации по обеспечению безопасных условий труда на участке и снижению влияния вредных производственных факторов на работающих.

Спроектирован участок обработки барабана и рассчитаны коэффициенты загрузки применяемого оборудования.

Содержание

Введение	5
1 Исходные данные	6
1.1 Служебное назначение детали	6
1.2. Технологичность конструкции детали и постановка задачи	8
1.3 Анализ конструкции и выбор типа производства	9
1.4 Формулировка задач	10
2 Технологическая часть работы	11
2.1 Выбор метода получения заготовки	11
2.2 Выбор обработки для отдельных поверхностей	17
2.3 Выбор средств технологического оснащения	20
2.4 Расчет режимов резания	22
3 Проектирование приспособления режущего инструмента	26
3.1 Исследование параметров при проектировании режущего инструмента	26
3.2 Проектирование режущего инструмента	34
3.3 Проектирование станочного приспособления	41
3.4 Описание работы приспособления	42
4 Безопасность и экологичность объекта выпускной квалификационной работы	43
4.1 Описание рабочих мест, оборудования и выполняемых операций	43
4.2 Воздействие производственного фактора на организм работающего	45
4.3 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке	46
5 Экономическая эффективность	48
Заключение	52
Список используемых источников	54
Приложение А Маршрутная карта	57

Продолжение Приложения А	58
Приложение Б Операционная карта	60
Приложение В Эскизная карта на протяжную операцию	61
Приложение Г Контрольное приспособление	62
Приложение Д Спецификация станочного приспособления	63
Приложение Е Спецификация контрольного приспособления	64

Введение

«Работа связана с одним из этапов технической подготовки производства - технологической подготовкой производства. В ее основе лежит разработка, по возможности оптимального, технологического процесса. Цель – обеспечить заданный объем выпуска фланца при обеспечении заданного чертежом детали качества за установленный срок (один год) с минимальными затратами. Этого можно достичь за счет технологического проектирования, которое состоит из комплекса проектных и расчетных работ, в которые входят проектирование технологического процесса в виде выбора методов обработки и последовательности операций из этих методов, подбор под указанные технологии оборудования, приспособлений, подходящего по номенклатуре, производительности и себестоимости режущего, а также вспомогательного инструмента. При необходимости можно отказаться от стандартного оснащения и использовать модернизированное оборудование или оснастку.» [23]

«Важнейшими условиями ускорения научно-технического процесса являются рост производительности труда, повышение конкурентоспособности и улучшению качества производимой продукции.

Совершенствование технологических методов изготовления машин имеет при этом первостепенное значение. Качество машины, надежность, долговечность и экономичность в эксплуатации зависят не только от совершенства ее конструкции, но и от технологии производства. Применение прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей деталей машины, методов упрочнения рабочих поверхностей, повышающих ресурс работы деталей и машины в целом - все это направлено на решение главных задач: повышения эффективности производства, конкурентоспособности и качества продукции.» [23]

1 Исходные данные

1.1 Служебное назначение детали

Барaban является частью реверсивного аппарата и предназначен для намотки и размотки кабеля (троса). Чтобы более подробно рассказать об его принципе действия, обратимся к рисунку 1.1.

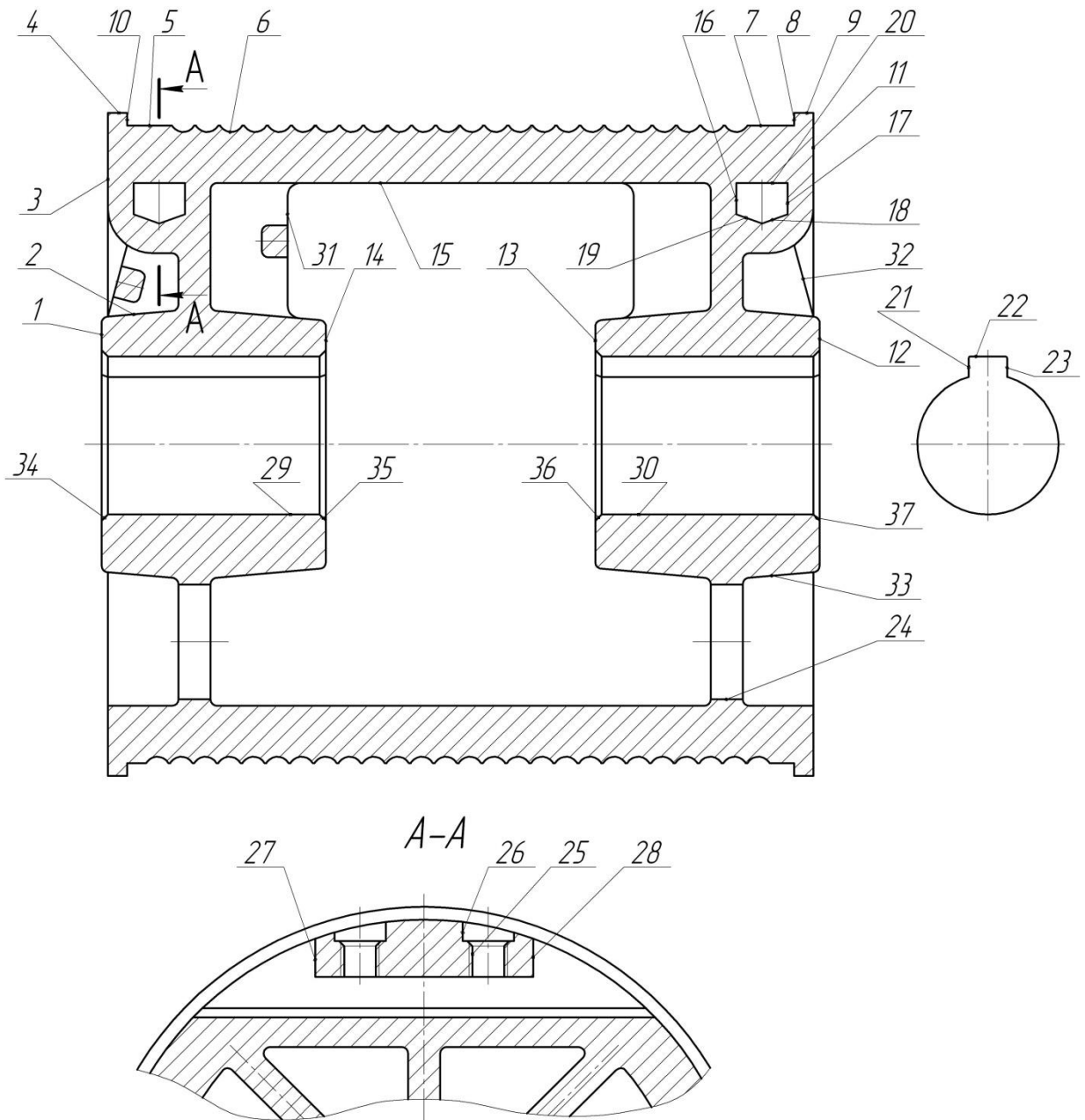


Рисунок 1.1 – Эскиз барабана с номерами поверхностей

Конец кабеля закрепляется в пазу при помощи призматического прихвата, которым он прижимается к поверхностям 18,19. Непосредственно сам прихват прижимается посредством винтов, вкручиваемых в отверстия 25. Далее при вращении барабана кабель наматывается по винтовым пазам 6. Второй конец закрепляется с другой стороны аналогичным образом. Сам барабан насажен на промежуточный вал и приводится во вращение от электродвигателя при помощи шпоночных пазов 21,23.

Классификация поверхностей барабана по служебному назначению представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Классификация поверхностей барабана

Вид поверхности	Номера поверхностей
Исполнительные поверхности	21,23
Основные конструкторские базы	29,30
Вспомогательные конструкторские базы	1,12,18,19,20,21,23,25
Свободные поверхности	остальные

«Барабан изготавливается из ковкого чугуна КЧ 37-12, поэтому конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей не вызывает трудностей при получении заготовки» [2].

Таблица 1.2 – Механические свойства и химический состав КЧ 37-12

Наименование свойства	Обозначение	Размерность	КЧ 37-12
1	2	3	4
Механические свойства			
<i>Растяжения</i>			
Предел текучести	$\sigma_{0,2}$	МПа	230
Предел прочности	σ_b	МПа	350

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4
Относительное удлинение	δ	%	10,8
Относительное сужение	ψ	%	13
<i>Кручения</i>			
Предел текучести	$t_{0,4}$	МПа	160
1	2	3	4
Предел прочности	t_b	МПа	370
Относительный угол закручивания	t	-	25
<i>Сжатия</i>			
Предел текучести	$\sigma_{0сж}$	МПа	250
<i>Изгиб</i>			
Предел текучести	$\sigma_{0,2и}$	МПа	350
Предел прочности	$\sigma_{ви}$	МПа	580
<i>Химический состав</i>			
Углерод	C	%	2,2-2,5
Марганец	Mn	%	0,3-0,5
Кремний	Si	%	1,2-1,4
Сера	S	%	0,12
Фосфор	P	%	0,12
Хром	Cr	%	0,026
Твердость	HB		163

1.2. Технологичность конструкции детали и постановка задачи

«Технологический анализ конструкции обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого технологического процесса. Основные задачи, решаемые при анализе технологичности обрабатываемой детали сведем к уменьшению трудоемкости, металлоемкости и возможности обработки детали высокопроизводительными методами, то есть улучшение технологичности конструкции позволит снизить ее себестоимость без ущерба для служебного назначения.» [12]

К технологичным элементам конструкции барабана относится возможность обрабатывать центральное отверстие напроход с обеих сторон,

ко всем обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента, деталь является достаточно жесткой, то есть ограничений по режимам резания не будет. Нетехнологичным является подрезка торцов ступиц с внутренних сторон – эту проблему можно решить, исключив эту операцию из техпроцесса, так как это никаким образом не повлияет на служебное назначение.

1.3 Анализ конструкции и выбор типа производства

Главными отличительными признаками типов производств являются номенклатура и объемы выпуска изделий.

Количественной характеристикой является коэффициент закрепления операций, но так как на данный момент его определить невозможно, то можно прибегнуть к определению типа производства в зависимости от объема выпуска и массы деталей.

При массе барабана 24 кг и годовой программе – 1000 шт выбираем среднесерийное производство. Его организационно-технические характеристики:

- оборудование – универсальное и частично-специализированное;
- оснастка – специальная и специализированная;
- заготовка – прокат, отливка, штамповка;
- степень механизации и автоматизации – средняя;
- форма организации – групповая;
- расстановка оборудования – по ходу технологического процесса;
- виды технологических процессов по универсальности – типовые, групповые, единичные;
- виды технологических процессов по подробности описания – операционные;
- коэффициент закрепления операций – св.10 до 20;

- методы определения операционных размеров – расчетно-аналитический, решением операционных размерных цепей;
- метод обеспечения точности – настроенное по пробным деталям оборудование;
- метод нормирования – аналитически-расчетный.

В соответствии с характеристиками среднесерийного производства выбираем соответствующую стратегию, где основной упор необходимо сделать на модернизацию оборудования и оснастки и рациональный выбор.

1.4 Формулировка задач

Для выполнения работы бакалавра сформулируем перечень необходимых задач, выполнение которых позволит достичь поставленных в работе целей.

Задачи формулируются следующим образом:

- «определимся с типом производственного процесса;
- спланировать переходы для поверхностей и объединить их в технологический маршрут;
- подобрать средства оснащения под выбранное высокопроизводительное оборудование,
- включая зажимные приспособления, режущие инструменты и средства для контроля;
- необходимо спроектировать технологические операции – включая их содержание, припуски и размеры, режимы резания, нормировать;
- спроектировать зажимное приспособление для заготовки и инструмент;
- предусмотреть меры по безопасности труда и охране окружающей среды.» [23]

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор метода получения заготовки

При выборе заготовки, так как деталь изготовлена из КЧ 37-12 ГОСТ 1215-79, то сразу исключаются из рассмотрения прокат и штамповка.

Выбор заготовки произведем из двух способов литья:

- литье в песчано-глинистые сырые формы (по базовому ТП);
- литье в кокиль.

«Заготовка – отливка, полученная литьём в песчано-глинистые сырые формы из высоковлажных (более 4,5%) низкопрочных (до 60 кПа) смесей с высоким и однородным уплотнением до твердости не менее 70 единиц.

Исходя из способа получения заготовки и наибольшего габаритного размера отливки класс размерной точности 9т-13. Принимаем 11 класс размерной точности.»[6]

По ГОСТ 26645-85 [6], исходя из отношения наименьшего размера элемента отливки к наибольшему выбираем степень коробления 4-7. Принимаем 6 степень коробления.

По ГОСТ 26645 выбираем для данного способа литья - 12 – 19. «Принимаем степень точности поверхностей 16, что соответствует шероховатости $Ra = 63$ мкм.

Определяем по [6], исходя из номинальной массы отливки ($m = 10...100$ кг) и способа получения отливки, класс точности массы отливки 8-15. Принимаем 12.

Согласно [6] 16 степени точности поверхности соответствуют 7-10 ряды припусков на обработку. Принимаем 8 ряд припусков.

Допуски размеров, формы и расположения элементов отливки назначаем по ГОСТ 26645-85 и сводим в таблицы 2.1 и 2.2» [6]

Таблица 2.1 - Допуски на размеры отливки барабана

Размер детали, мм	Допуск на размер, мм	Допуски формы и расположения поверхностей, мм
Ø208 _{-0,2}	5,6	0,64
Ø45 ^{+0,025}	4,0	0,4
225 _{-0,3}	5,6	0,64
70	4,4	0,4
24	3,2	0,4
Ø80	4,4	0,4
Ø77	4,4	0,4
Ø165	5,6	0,64
10	2,8	0,4
12,5	2,8	0,4
25	3,2	0,4
155	5,0	0,5
145	5,0	0,5
220	5,6	0,64
Ø36	3,4	0,4

Допуск неровностей поверхности отливки не должен превышать 1,6 мм.

Общие допуски элементов отливки, учитывающие совместное влияние допуска размера и допусков формы и расположения поверхностей и припуски на обработку выбираем по [6] и сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Общие допуски и припуски на обработку

Размер детали, мм	Общий допуск, мм	Припуск на сторону, мм	Размер отливки, мм
1	2	3	4
Ø208 _{-0,2}	6,4	7,8	Ø 223,6 ± 3,2
Ø45 ^{+0,025}	5,0	6,7	Ø 31,6 ± 2,5
225 _{-0,3}	6,4	7,8	240,6 ± 3,2
70	5,0	6,7	76,7 ± 2,5
24	4,0	5,4	29,4 ± 2,0
Ø80	4,8	0	Ø80 ± 2,4
Ø77	4,8	0	Ø77 ± 2,4
Ø165	6,4	0	Ø165 ± 3,2
10	3,2	0	10 ± 1,6
12,5	3,2	0	12,5 ± 1,6
25	3,6	0	25 ± 1,8
155	5,4	0	155 ± 2,7
145	5,4	0	145 ± 2,7
220	6,4	0	220 ± 3,2
Ø36	3,8	0	Ø36 ± 1,9

Рассчитаем массу отливки

$$m_{отл} = \rho \cdot V_{отл}, \quad (3.1)$$

где $\rho = 7,2 \cdot 10^{-6}$ кг/мм³ – удельная плотность чугуна.

$$V_{отл} = \sum_{i=1}^n V_i = 4348422 \text{ мм}^3 \text{ – объем отливки.}$$

$$m_{отл} = 7,2 \cdot 10^{-6} \cdot 4348422 = 31,3 \text{ кг}$$

Рассчитаем коэффициент использования материала.

$$K_{ум} = \frac{m_{\partial}}{m_{отл}} \quad (3.2)$$

где m_{∂} - масса детали, кг

$$K_{ум} = \frac{22}{31,3} = 0,7$$

Заготовка – отливка, полученная литьём в кокиль с песчаными стержнями.

Выберем класс размерной точности по ГОСТ 26645-85 [6]. Исходя из способа получения заготовки и наибольшего габаритного размера отливки класс размерной точности 7г-11. Принимаем 9 класс размерной точности.

По ГОСТ 26645-85 [6], исходя из отношения наименьшего размера элемента отливки к наибольшему выбираем степень коробления 4-7. Принимаем 6 степень коробления.

По ГОСТ 26645 выбираем для данного способа литья - 9 – 16. Принимаем степень точности поверхностей 14, что соответствует шероховатости $Ra = 40$ мкм.

Определяем по [6], исходя из номинальной массы отливки ($m = 10...100$ кг) и способа получения отливки, класс точности массы отливки 6-13. Принимаем 10.

Согласно [6] 14 степени точности поверхности соответствуют 5-8 ряды Допуски размеров, формы и расположения элементов отливки назначаем по ГОСТ 26645-85 и сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Допуски на размеры отливки барабана

Размер детали, мм	Допуск на размер, мм	Допуски формы и расположения поверхностей, мм
1	2	3
$\varnothing 208_{-0,2}$	2,8	0,64
$\varnothing 45^{+0,025}$	2,0	0,4
$225_{-0,3}$	2,8	0,64
70	2,2	0,4
24	1,6	0,4
$\varnothing 80$	2,2	0,4
$\varnothing 77$	2,2	0,4

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
Ø165	2,8	0,64
10	1,4	0,4
12,5	1,4	0,4
25	1,6	0,4
155	2,4	0,5
145	2,4	0,5
220	2,8	0,64
Ø36	1,8	0,4

Допуск неровностей поверхности отливки не должен превышать 1,0 мм.

Общие допуски элементов отливки, учитывающие совместное влияние допуска размера и допусков формы и расположения поверхностей и припуски на обработку выбираем и сводим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Общие допуски и припуски на обработку

Размер детали, мм	Общий допуск, мм	Припуск на сторону, мм	Размер отливки, мм
1	2	3	4
Ø208 _{-0,2}	3,2	4,6	Ø 217,2±1,6
Ø45 ^{+0,025}	2,4	3,8	Ø 37,4±1,2
225 _{-0,3}	3,2	4,6	234,2±1,6
70	2,4	3,8	73,8±1,2
24	2,0	3,3	23,3±1,0
Ø80	2,4	0	Ø80±1,2
Ø77	2,4	0	Ø77±1,2
Ø165	3,2	0	Ø165±1,6
10	1,6	0	10±0,8
12,5	1,6	0	12,5±0,8
25	2,0	0	25±1,0
155	3,2	0	155±1,6
145	3,0	0	145±1,5

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
220	3,2	4,6	229,2±1,6
Ø36	2,2	0	Ø36±1,1

Рассчитаем массу отливки по формуле 2.1

$$V_{отл} = \sum_{i=1}^n V_i = 3779976 \text{ мм}^3 - \text{объем отливки.}$$

$$m_{отл} = 7,2 \cdot 10^{-6} \cdot 3779976 = 27,2 \text{ кг}$$

Рассчитаем коэффициент использования материала.

Расчет проведем по формуле 3.2

$$K_{ум} = \frac{22}{27,2} = 0,81$$

Определим технологическую себестоимость изготовления детали

$$C_T = C_{заг} \cdot m_з + C_{мех} (m_з - m_д) - C_{отх} (m_з - m_д), \quad (2.3)$$

где, $C_{заг}$ – стоимость одного кг заготовки, руб/кг; $C_{мех}$ – стоимость механической обработки, отнесенная к одному кг срезанной стружки, руб/кг; $C_{отх}$ – стоимость одного кг отходов, руб/кг.

Рассчитаем стоимость одного кг заготовки.

$$C_{заг.отл} = C_{отл.} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (2.4)$$

где $C_{отл.} = 0,29$ руб – базовая стоимость одного кг литых заготовок [16];

$h_T = 1,0$ - коэффициент, зависящий от точности отливки; $h_C = 1,0$ - коэффициент, зависящий от группы сложности отливки; $h_B = 0,8$ - коэффициент, зависящий от массы и материала отливки; $h_M = 1,1$ - коэффициент, зависящий от марки материала отливки; $h_{II} = 1,0$ - коэффициент, зависящий от группы сер-ти.

$$C_{заг.отл} = 0,29 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 0,255 \text{ руб/кг}$$

Стоимость механической обработки:

$$C_{мех} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.5)$$

где $C_c = 0,356$ руб/кг – текущие затраты на один кг стружки для станкостроения; $E_n = 0,2$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; $C_k = 1,035$ руб/кг – капитальные затраты на один кг стружки для станкостроения.

$$C_{мех} = 0,356 + 0,2 \cdot 1,035 = 0,563 \text{ руб/кг.}$$

«Стоимость одного кг отходов

Для чугуна $C_{отх} = 0,0144$ руб/кг» [16].

Технологическая себестоимость заготовок:

$$C_{Т.отл.1} = 0,255 \cdot 31,3 + 0,563(31,3 - 22) - 0,0144(31,3 - 22) = 13,08 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{з.отл.2} = 0,255 \cdot 27,2 + 0,563(27,2 - 22) - 0,0144(27,2 - 22) = 9,78 \text{ руб/шт}$$

Определим экономический эффект:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= C_{т.отл.1} - C_{т.отл.2}, \\ \mathcal{E} &= 13,08 - 9,78 = 3,3 \text{ руб/шт} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Таким образом, литье в кокиль выходит выгоднее литья в песчано-глинистые земляные формы и для проектного варианта выбираем метод получения заготовок - литье в кокиль.

2.2 Выбор обработки для отдельных поверхностей

Назначим базы для обработки барабана.

При назначении черновых баз придерживались следующих рекомендаций:

- черновые базы должны иметь размеры, достаточные для обеспечения устойчивого положения заготовки, возможно более высокую точность размеров и взаимного расположения поверхностей, находиться как можно ближе к поверхностям, обрабатываемым при первом установе заготовки;

- не использовать поверхности, на которых расположены прибыли и литники, швы в местах разъема опок в отливках;

- черновые базы в качестве технологических должны использоваться только один раз – при выполнении первой операции.

В соответствии с этими рекомендациями на первой операции выбираем в качестве черновых баз наружный диаметр 4 и торец 3, что также указано в чертеже заготовки.

При назначении чистовых технологических баз стремились к использованию одной и той же технологической базы на операциях технологического процесса, то есть выполнению принципа единства баз, а также стремились совмещать измерительные и технологические базы, то есть соблюдать принцип единства баз.

Операция 015 Токарная черновая – схема базирования реализуется установочной базой (пов.1) - явная, направляющей базой (пов. 9) - явная, опорной базой (сила закрепления).

Операция 020 Протяжная - схема базирования реализуется двойной направляющей базой (пов. 29,30) - скрытая, опорной базой (пов.12) - явная, опорной базой (сила резания протяжки).

Операция 025 Токарная - схема базирования реализуется двойной направляющей базой (пов. 29,30) - скрытая, опорной базой (пов.1) - явная, опорной базой (сила закрепления).

Операция 030 Протяжная - схема базирования реализуется двойной направляющей базой (пов. 29,30) - скрытая, опорной базой (пов.12) - явная, опорной базой (сила резания шпоночной протяжки).

Операция 035 Многоцелевая - схема базирования реализуется двойной направляющей базой (пов. 29,30) - скрытая, опорной базой (пов.12) - явная, опорной базой (сила закрепления).

Операция 040 Протяжная - схема базирования реализуется двойной направляющей базой (пов. 29,30) - скрытая, опорной базой (пов.11) - явная, опорной базой (сила закрепления).

Операция 045 Протяжная - схема базирования реализуется двойной направляющей базой (пов. 29,30) - скрытая, опорной базой (пов.3) - явная, опорной базой (сила закрепления).

Операция 050 Токарная - схема базирования реализуется двойной направляющей базой (пов. 29,30) - скрытая, опорной базой (пов.1) - явная, опорной базой (сила закрепления).

Таким образом, выполняется принцип постоянства баз.

План изготовления барабана представлен на чертеже.

«Технические требования к изготовлению детали включают в себя требования к шероховатости, точности размеров, формы и взаимного расположения обработанных поверхностей.» [18]

Назначим технологические допуски из условия:

$$T_a^i \geq \omega A_{cm}^i, \text{ мм} \quad (2.7)$$

«где, T_a^i - допуск на параметр A , задаваемый на операции; ωA_{cm}^i - величина погрешности параметра A , которая может возникнуть на данной операции при нормальном состоянии технологической системы.

Величины технологических допусков на шероховатость обрабатываемых поверхностей определяем, используя статистические данные возможностей методов обработки, и указываем соответствующие обозначения на операционном эскизе.

Допуски на размеры исходной заготовки, а также шероховатость ее поверхности определяем по ГОСТ 26645-85 [6].

На шероховатость обработанных поверхностей оказывают влияние метод обработки, тип оборудования, число рабочих ходов и в зависимости от этих данных определяются допуски» [18].

Операционные допуски на диаметральные размеры при обработке замкнутой поверхности определяем из условия:

$$T_A^i = \omega A_{cm}^i, \text{ мм} \quad (2.8)$$

«Значение ωA_{cm}^i выбираем по таблице допусков в зависимости от качества точности и номинального размера. Качество точности, получаемый на данной операции, зависит от типа технологического оборудования, способа обеспечения точности настройки инструмента, характера обработки и выбирается»[18].

При назначении операционного допуска на линейный размер, связывающий измерительную и обработанную поверхность, используют формулу:

$$T_d^i = \omega A_{cm}^i + \Delta_{np}^u + \varepsilon_{\delta}, \text{ мм} \quad (2.9)$$

где, Δ_{np}^u - пространственное отклонение измерительной базы; ε_{δ} - погрешность базирования от несовпадения установочной и измерительной баз.

Значение ε_{δ} определяется с учетом выбранной схемы базирования по [17], Δ_{np}^u определяем по [18].

Допуски формы и взаимного расположения выбираем по [17].

2.3 Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования и оснастки для проектируемого технологического процесса производим на основе исходных данных, точности и класса чистоты поверхностей, режущего инструмента, типа производства. Модель станка выбираем на основе данных как: метод обработки, точность, величины шероховатостей поверхностей, расположение и размеры обрабатываемых поверхностей.

Для обработки чугуна используют инструмент с пластинами из твердого сплава, а также быстрорежущей стали. Среднесерийный тип производства позволяет применять как стандартный, так и специальный инструмент.

В качестве приспособлений планируется использовать быстропереналаживаемые зажимные устройства с механизированным приводом, что позволяет существенно сократить время на переналадку оборудования при выпуске новой детали.

Для контроля деталей предлагаем применять как универсальные средства контроля типа штангенциркуля, микрометра, так и специальные контрольные приспособления.

Учитывая все вышеперечисленное, составим таблицу 2.5

Таблица 2.5 – Выбор средств технологического оснащения

Операция	Технологическое оборудование	Станочные приспособления	Режущий инструмент	Контрольный инструмент и приспособления
1	2	3	4	5
010 Токарная	Токарный ЧПУ 16К20Ф3	Патрон трехкулачковый клиновой ГОСТ 24351-80	Резец проходной отогнутый ГОСТ 18868-73, Резец подрезной ГОСТ 18871-73, Резец расточной ГОСТ 18882-73	Штангенцикуль ШЦ-Ш-250-0,1 ГОСТ 166-89, Штангенцикуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89,
015 Токарная	Токарный ЧПУ 16К20Ф3	Патрон трехкулачковый клиновой ГОСТ 24351-80	Резец проходной отогнутый ГОСТ 18868-73, Резец подрезной ГОСТ 18871-73, Резец расточной ГОСТ 18882-73	Штангенцикуль ШЦ-Ш-250-0,1 ГОСТ 166-89, Штангенцикуль ШЦ-І-125-0,1 ГОСТ 166-89
020 Протяжная	Вертикальный протяжной полуавтомат 7Б65	Приспособление для протягивания	Внутренняя протяжка	Приспособление индикаторного типа 0,001
025 Токарная	Токарный ЧПУ 16К20Ф3	Оправка цанговая с поджимом ее задним центром (вращающийся ГОСТ 8742-75)	Резец подрезной левый ГОСТ 18871-73, Резец проходной упорный ГОСТ 18879-73	Штангенцикуль ШЦ-ІІ-250-0,05 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5
030 Шпоночно-протяжная	Шпоночный протяжной полуавтомат МП81	Приспособление для протягивания, адаптер для протягивания пазов	Протяжка шпоночная	Набор концевых мер
035 Многоцелевая	Многоцелевой 2204ВМФ2	Специальная оправка	Фреза концевая Ø16 ГОСТ 19372-73, сверло спиральное Ø7 ГОСТ 4010-77, сверло спиральное Ø11 ГОСТ 4010-77, сверло Ø16 ГОСТ 4010-77, Метчик М12 ГОСТ 8859-74	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, калибр
040 Протяжная	Вертикальный протяжной 7Б64	Адаптер для протягивания	Протяжка фасонная	Калибр
045 Протяжная	Вертикальный протяжной 7Б64	Адаптер для протягивания	Протяжка фасонная	Калибр
050 Токарная	Токарный ЧПУ 16К20Ф3	Оправка цанговая с поджимом ее задним центром (вращающийся ГОСТ 8742-75)	Резец фасонный	Контрольное приспособление индикаторного типа 0,001

2.4 Расчет режимов резания

Операция 020 – Протяжная

Протяжная операция проходит на вертикальном протяжном станке 7Б55У круглой протяжкой с режущей частью Р6М5.

Выполним расчет режимов резания.

Определим наибольшее число одновременно режущих зубьев:

$$z_l = \frac{l}{t}, \quad (2.10)$$

где $l = 70$ мм – длина обрабатываемой поверхности; $t = 14$ мм – шаг режущих зубьев.

$$z_l = \frac{70}{14} = 5$$

Рассчитаем периметр резания:

$$\sum B = B \frac{z_l}{z_c}, \quad (2.11)$$

где $B = 70$ мм – периметр резания, равный длине обрабатываемого контура заготовки; $z_c = 2$ – число зубьев в секции протяжки при прогрессивной схеме резания.

$$\sum B = 2 \cdot 70 \frac{5}{2} = 350 \text{ мм}$$

Подача при протягивании:

$S_z = 0,02$ мм – «размерный перепад между соседними режущими зубьями протяжки» [20]

Сила резания при протягивании:

$$P_z = P \sum B, \quad (2.12)$$

где $P = 73$ Н – сила резания на 1 мм длины лезвия [20].

$$P_z = 73 \cdot 350 = 25550 \text{ Н}$$

«Скорость резания для протяжек из быстрорежущей стали при первой группе скорости резания при обработке ковкого чугуна - $V = 6$ м/мин» [20].

Установленную скорость резания сравниваем с максимальной скоростью рабочего хода станка V_{cm} , м/мин и скоростью резания, допускаемой мощностью двигателя станка.

$$V_{cm} = 1,5 \dots 11,5 \text{ м/мин.}$$

$$V_{\partial} = 61200 \frac{N}{P_z} \eta, \quad (2.13)$$

где $N = 17 \text{ кВт}$ - мощность двигателя станка 7Б55У; $\eta = 0,8$ - КПД станка.

$$V_{\partial} = 61200 \frac{17}{25550} 0,8 = 32 \text{ м/мин}$$

Принимаем $V = 6 \text{ м/мин}$.

Рассчитываем основное время:

$$T_o = \frac{L}{1000 \cdot V} + \frac{L}{1000 \cdot V_{всп.}}, \quad (2.14)$$

где $L = 225 \text{ мм}$ – длина детали; $V_{всп.}$ - скорость вспомогательного хода протяжки.

$$T_{o.пр} = \frac{225}{1000 \cdot 6} + \frac{225}{1000 \cdot 20} = 0,05 \text{ мин.}$$

Штучное время определим по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{об}, \quad (2.15)$$

где $T_{вс}$ – вспомогательное время, мин; $T_{об}$ – время на обслуживание рабочего места и отдых, мин.

Вспомогательное время рассчитывается по формуле:

$$T_{вс} = T_{у.с} + T_{зо} + T_{ун} + T_{из}, \quad (2.16)$$

где « $T_{у.с} = 0,15$ мин – время на установку и снятие детали, мин; $T_{зо} = 0,06$ мин – время на закрепление и открепление детали, мин; $T_{ун} = 0,18$ мин – время на приемы управления, мин; $T_{из} = 0,3$ – время на измерение детали, мин» [3].

$$T_{вс} = (0,27 + 0,12 + 0,34 + 0,56) = 1,29 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места рассчитывается по формуле:

$$T_{об} = \frac{(T_{o\Sigma} + T_{вс}) \cdot П_{об}}{100\%}, \quad (2.17)$$

где $П_{об} = 8\%$ – затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности [3].

$$\text{Тогда } T_{об} = \frac{(0,05 + 1,29) \cdot 8}{100\%} = 0,11 \text{ мин.}$$

Тогда штучное время:

$$T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{об} = 0,05 + 1,29 + 0,11 = 1,45 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время рассчитываем по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-з}}{n}, \quad (2.18)$$

где $T_{n-з} = 31$ мин – подготовительно заключительное время [3]; n – партия, шт.

$$T_{шт-к} = 1,45 + \frac{31}{50} = 2,07 \text{ мин/шт.}$$

На остальные операции режимы резания и нормирование произведем табличным методом, используя источники [10,14] и результаты занесем в таблицу 2.6

Таблица 2.6 – Режимы резания и нормирование на операции техпроцесса

Операция	Переход (позиция)	Глубина t , мм	Скорость V , м/мин	Подача S	Частота n , об/мин	Основное время T_o , мин	Штучное время $T_{шт}$, мин	Штуч.-калькул. время $T_{шт-к}$, мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010 Токарная	1	4	80	1,5мм/об	100	0,8	2,44	2,94
	2	2,8	94	0,2мм/об	630	0,55		
015 Токарная	1	4	80	1,5мм/об	100	0,8	2,44	2,94
	2	2,8	94	0,2мм/об	630	0,55		
020 Протяжная	1	1,1	6	0,02 мм/зуб	-	0,05	1,45	2,07
025 Токарная	1	4	80	1,5м/об	100	1,3	2,23	2,73
030 Шпоночно протяжная	1	3,8	8	0,015мм / зуб	-	0,1	1,51	2,1

3 Проектирование приспособления режущего инструмента

3.1 Исследование параметров при проектировании режущего инструмента

Так как в нашем технологическом процессе целых четыре операции проводятся протягиванием, то исследование этого метода обработки внутренних поверхностей возьмем для исследования в данном пункте.

Известным дефектом поверхности при внутреннем протягивании являются кольцеобразные следы, следующие один за другим с определенным шагом. Распространено мнение, что шаг следов всегда равен шагу протяжки; поэтому объяснение этого явления обычно искали в упруго-пластических деформациях, связанных с врезанием и выходом зубьев. Колебательный процесс в упругой системе станка в расчет не принимался.

В работе было высказано предположение, что появление кольцевидных следов связано с вибрациями. Для проверки этой гипотезы была проведена серия экспериментов. В частности, нужно было показать, что шаг следов (вибрационных волн) может быть совершенно иным, чем шаг протяжки, и зависеть только от скорости резания и частоты собственных колебаний протяжки.

Значительная радиальная податливость внутренних протяжек в месте контакта с заготовкой связана с тем, что протяжка представляет собой в большинстве случаев тонкий стержень с весьма малым отношением диаметра к длине и с нежестко зафиксированными концами (в случае работы без поддержки фиксируется только один конец), и с тем, что радиальные зазоры патронах превышают 0,1 мм.

Экспериментальная протяжка № 1 имела шаг зубьев $t = 24$ мм, т. е. малую величину z_i (1 или 2); величина жесткости C_y , также была незначительной. Шаг протяжки № 1 намного больше необходимого по ус-

ловиям размещения стружки во впадине. Поэтому толщина и соответственно жесткость зуба в направлении резания (ось Z) были также завышены. У протяжки № 2 $t=10$ мм, поэтому в работе одновременно находилось 4 или 5 зубьев. Величина C_u в этом случае в несколько раз выше. Обе протяжки не имели переходной части; подъем на диаметр последнего из режущих зубьев составлял 0,07 мм; за этим зубом расположены три калибрующих зуба. Таким образом, обе экспериментальные протяжки имели неблагоприятные с точки зрения формирования поверхности характеристики.

Чтобы показать, что следы в отверстии образуются в результате колебаний протяжки, необходимо было выяснить, перемещается ли при резании заготовка. Ее смещения по осям X и Y регистрировались с помощью двух вибродатчиков ЛДС-27.

При резании протяжкой № 1 смещения заготовки (на 10-20 мкм) имели место только при врезании первых зубьев и при выходе последних и следовали с шагом, равным шагу протяжки. Наличие таких смещений не объясняет появления глубоких кольцевидных следов с шагом около 1 мм, соответствующих частоте собственных поперечных колебаний протяжки. Зарегистрированные сравнительно большие смещения объясняются тем, что в момент выхода предыдущего зуба в работе остается лишь один последующий; усилие протягивания и, следовательно, сила трения между деталью и опорной плитой были сравнительно малы (максимальное тяговое усилие составляло 3,2 т).

Иная картина наблюдалась при работе протяжкой № 2 (и другими протяжками, обеспечивающими одновременный контакт с деталью трех-пяти зубьев). Усилие протягивания и сила трения в этом случае были достаточно большими (максимальное тяговое усилие 5 т), и заготовка практически оставалась неподвижной даже при врезании и выходе зубьев; кольцевидные следы имели шаг 10 мм, равный шагу протяжки, в соответствии с частотой ее вынужденных колебаний.

Известно, что возмущающее воздействие при врезании и выходе зубьев протяжки вызывает вынужденные колебания различных элементов системы. Исходное возбуждение в направлении движения протяжки (ось Z) сопровождается (с отставанием по фазе) колебаниями рабочей каретки и протяжки в других направлениях, в том числе и по нормали к обрабатываемой поверхности (ось Y). Интенсивность вибраций в последнем (наиболее важном с точки зрения стойкости инструмента и качества поверхности) направлении определяется мощностью возмущающего воздействия и жесткостью подвижного соединения деталь-протяжка.

В наиболее типичном случае кольцевидные следы образуются под воздействием вынужденных колебаний каретки (рис. 3.1); шаг таких следов равен шагу протяжки. Период T_b вынужденных колебаний - промежуток времени между возмущающими воздействиями.

Собственные колебания протяжки (как и показанные на рис. 8.1, затухающие с собственной частотой колебания скорости) имеют сравнительно малые амплитуды, а значит и малую мощность, которая пропорциональна квадрату амплитуды; следы же на поверхности оставляют только мощные возмущающие воздействия.

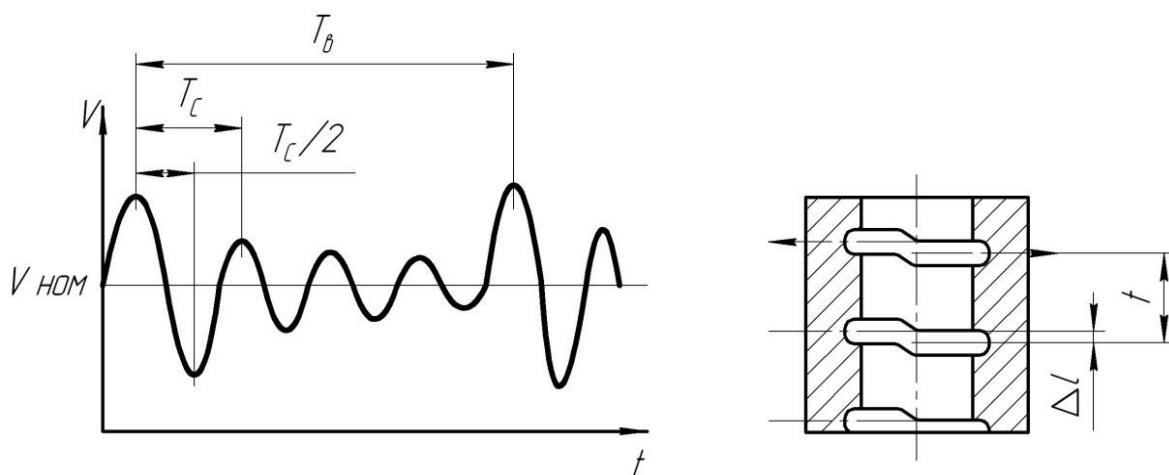


Рисунок 3.1 – Схема образования следов от вынужденных колебаний протяжки

Каждый кольцевидный след образуется в результате колебаний протяжки в двух противоположных направлениях, как показано стрелками на рисунке 3.1, т. е. протяжка совершает маятниковое движение с периодом, равным периоду T_c ее собственных колебаний. За толчком, в результате которого образовалось одно полукольцо, через промежуток времени, равный $0,5 T_c$, следует противоположно направленный толчок и образуется второе полукольцо.

С обработанной поверхности были сняты профилограммы. (рис. 3.2), полученные с помощью самописца Talylin-5 фирмы Taylor-Hobson с использованием наконечника, воспроизводившего макронеровности, поскольку при сравнении микро- и макронеровностей было установлено, что именно запись последних позволяет выявить вибрационные волны. В верхней части заготовки, обработанной протяжкой № 1 (правая сторона рис. 8.2), четко выражены вибрационные волны (макронеровности) с шагом около 1 мм и глубиной $R = 5 \dots 25$ мкм; в нижней части заготовки (левая сторона, рис. 8.3) глубина макронеровностей меньше ($5 \dots 10$ мкм).

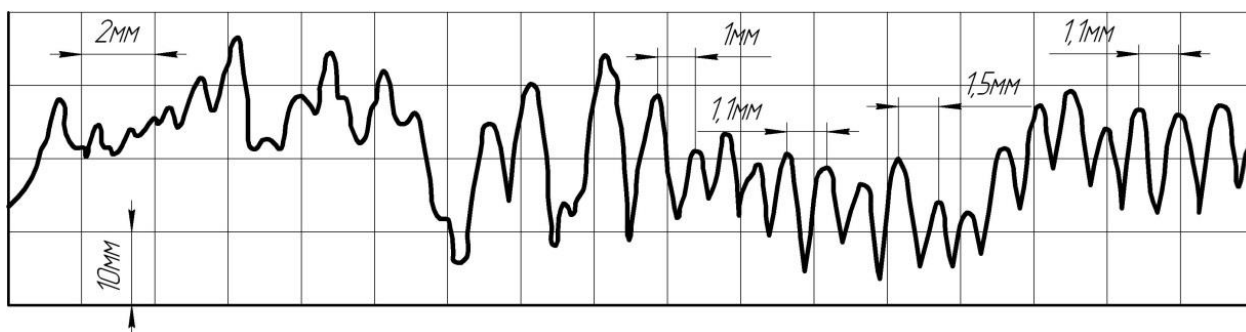


Рисунок 3.2 – Профилограмма, снятая с поверхности обработанной протяжкой №1

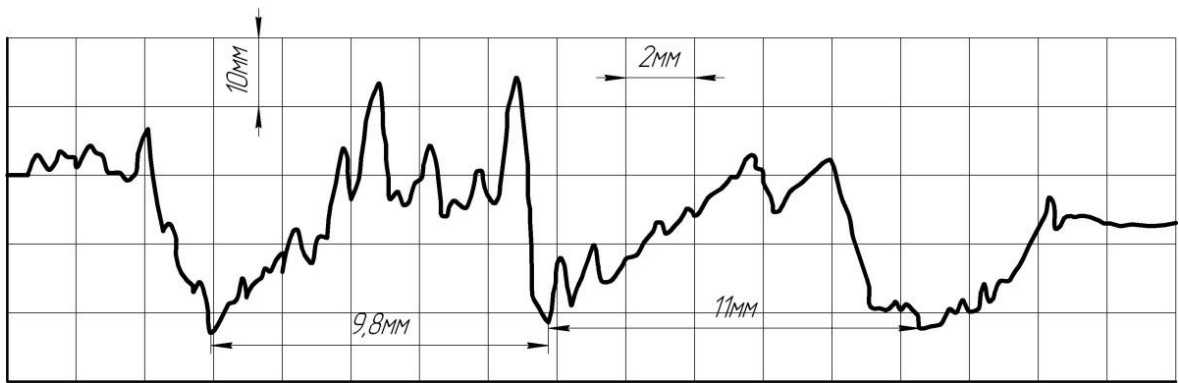


Рисунок 3.3 – Профиллограмма, снятая с поверхности обработанной протяжкой №2

На рисунке 3.4 показана схема образования таких следов; наиболее четкими и глубокими они были между сечениями I-I и III-III (что характерно для всех протянутых деталей). К моменту, когда зуб № 12 врезался в заготовку (положение *A* на рис. 3.4), протяжка колебалась со значительной амплитудой, так как незадолго до этого из детали вышел зуб № 10 (подъем на диаметр 0,05 мм), и возмущающий импульс был весьма интенсивным. Как показывают осциллограммы, амплитуды колебаний скорости каретки в этот момент были значительными.

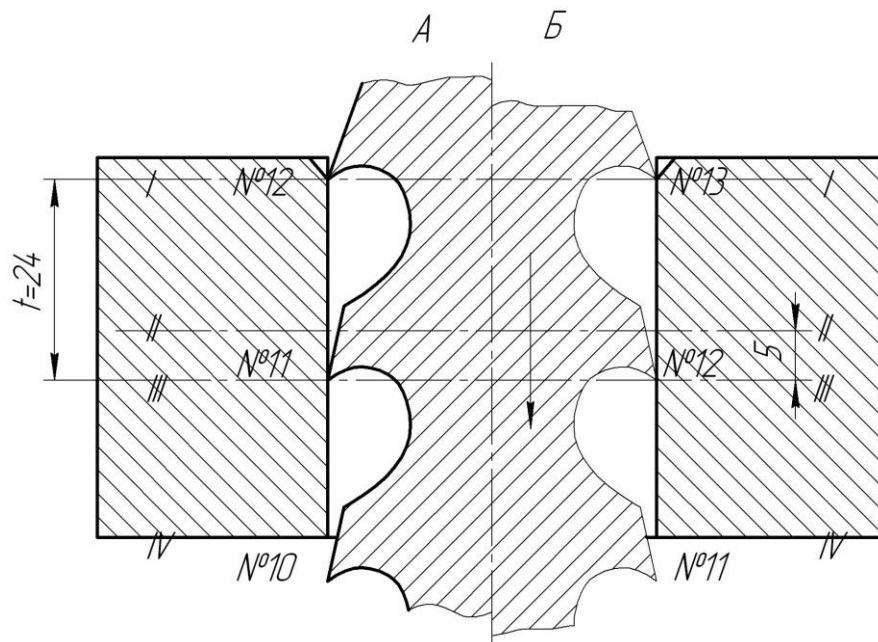


Рисунок 3.4 – Схема обработки протяжкой №1

Врезание зуба № 12 вызвало дополнительное возмущение. Поэтому на участке между сечениями I-I и II-II образовались глубокие вибрационные волны. Когда зуб № 12 находился в плоскости II-II, из заготовки выходил зуб № 11 (подъем на диаметр 0,05 мм). С этого момента начали действовать два неблагоприятных фактора - мощное возбуждение при выходе зуба № 11 и понижение контактной жесткости C_y вдвое (так как в контакте с заготовкой остался только один зуб № 12). Их действие продолжалось на протяжении пятимиллиметрового участка II-III, характеризующегося самыми глубокими вибрационными волнами $R=20...30$ мкм (средняя часть профилограмм на рис. 3.2).

Когда зуб № 12 находился в плоскости III-III (положение *B* на рис. 8.4), в заготовку входил калибрующий зуб № 13. При этом z_i стало равным двум, и значение C_y увеличилось вдвое. Амплитуды колебаний протяжки понизились, что и сказалось на глубине макронеровностей (левая часть профилограммы на рис. 8.2). Калибрующие зубья № 13 и № 14 срезали только гребешки волн, не изменяя существенно характер поверхности, образованной зубом № 12.

Для определения формы кольцеобразного следа заготовку ставили чисто обработанным торцом на измерительную плиту. Наконечник рейсмуса устанавливался с помощью лупы на середину впадины, и параллельно базовой плоскости наносилась риска толщиной 0,03—0,04 мм. На каждой половине разрезанной заготовки риска наносилась на одной и той же впадине в диаметрально противоположных точках. Затем на универсальном микроскопе измерялось расстояние от торца IV—IV до середины впадины волны; было произведено несколько измерений на различных впадинах. Разность в этом размере для диаметрально противоположных точек колебалась в пределах 0,5-0,6 мм, что при шаге волны порядка 1 мм соответствовало тому отрезку пути, который проходила протяжка за половину периода собственных колебаний, т. е. размеру Δl (рис. 3.1).

На рис. 8.3 представлена профилограмма макронеровностей отверстия заготовки, обработанной протяжкой № 2, откуда видно, что на основные вибрационные волны с шагом около 10 мм накладываются волны от собственных колебаний инструмента с шагом около 1 мм; максимальная глубина волны 35 мкм.

Предотвратить образование кольцевидных следов можно снижением до минимума возмущающих воздействий при окончательном формировании профиля и повышением контактной жесткости C_y . Первое обеспечивается постепенным уменьшением подъема зубьев перед чистовой и калибрующей частями протяжки и неравномерным шагом, а второе - наличием достаточного количества калибрующих зубьев, которые, почти не снимая стружки, повышают C_y и создают направляющую опору для предыдущих режущих зубьев. Указанным условиям отвечала одна из протяжек; она работала по прогрессивной схеме, имела семь чистовых зубьев с подъемом на диаметр около 0,01 мм и шесть калибрующих. При обработке ею таких же заготовок на том же станке достигалась чистота поверхности 7-8-го класса, а вибрационные волны полностью отсутствовали.

Рабочая каретка - весьма чувствительный элемент упругой системы станка. Амплитуда ее колебаний, как показали многие исследования, обычно наиболее значительна по сравнению с аналогичными показателями других узлов. Колебания каретки нетрудно измерить и записать. Поэтому в качестве показателя устойчивости были приняты такие граничные значения амплитуды колебаний скорости каретки по оси Z , превышение которых ведет к образованию поперечных впадин. Связанность колебаний по различным осям в силу замкнутости системы дает основание для такого выбора.

На рис. 3.5, 3.6 представлены зависимости глубины R волн и амплитуды A_z колебаний скорости каретки от пути S при протягивании отверстий.

Следует заметить, что при работе полным комплектом инструмента на детали не было никаких следов вибраций при чистоте поверхности 5-6-го класса. Однако после обработки черновыми зубьями оставались четко выраженные волны с частотой собственных колебаний каретки.

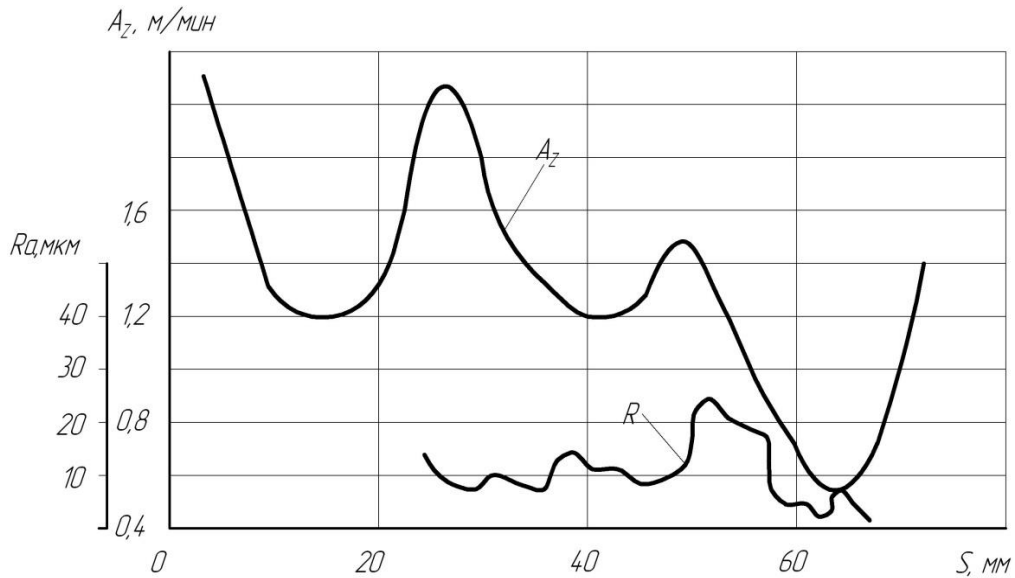


Рисунок 3.5 – Изменение амплитуд A_z собственных колебаний скорости каретки и глубины R волн по пути S при обработке ($V=14$ м/мин) протяжкой №1

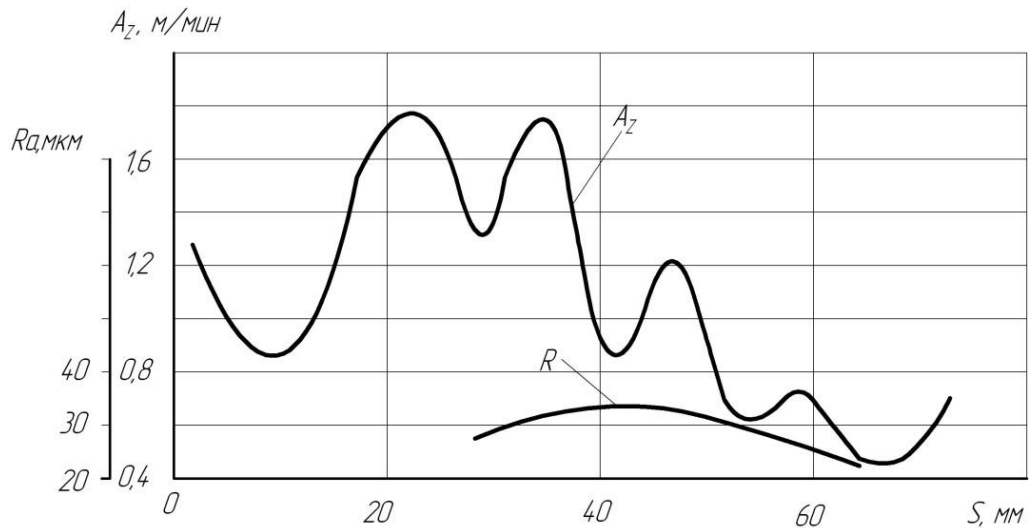


Рисунок 3.6 – Изменение амплитуд A_z собственных колебаний скорости каретки и глубины R волн по пути S при обработке ($V=14$ м/мин) протяжкой №2

Таким образом, кольцевидные следы в протянутом отверстии фактически представляют собой две полукольцевые впадины, смещенные одна относительно другой в осевом направлении. Величина смещения определяется скоростью протягивания и полупериодом собственных колебаний протяжки.

Существует единый показатель для определения критического уровня амплитуды колебаний, превышение которого неблагоприятно сказывается на качестве поверхности и на стойкости протяжек. Независимо от компоновки станка, режимов резания и вида операции критическими являются амплитуды колебаний скорости каретки (в направлении ее движения) порядка 1-1,2 м/мин.

Предотвратить образование кольцевидных следов можно за счет одновременного контакта с заготовкой не менее 4-5 зубьев, постепенного снижения их подъемов, неравномерного шага и наличия достаточного количества чистовых и калибрующих зубьев.

Стойкость инструмента может быть повышена, если амплитуды колебаний скорости каретки на всей длине ее хода не превышают критический уровень.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Произведем расчет круглой протяжки для протягивания отверстия Ø45H7.

Исходные данные: длина отверстия $L = 70$ мм – 2 отв., материал заготовки – КЧ 37-12 ГОСТ 1215-79, твердость – 170 НВ, станок – 7Б55У, $P_c = 100000$ Н, исполнение хвостовика – Тип 2, исп. 4.

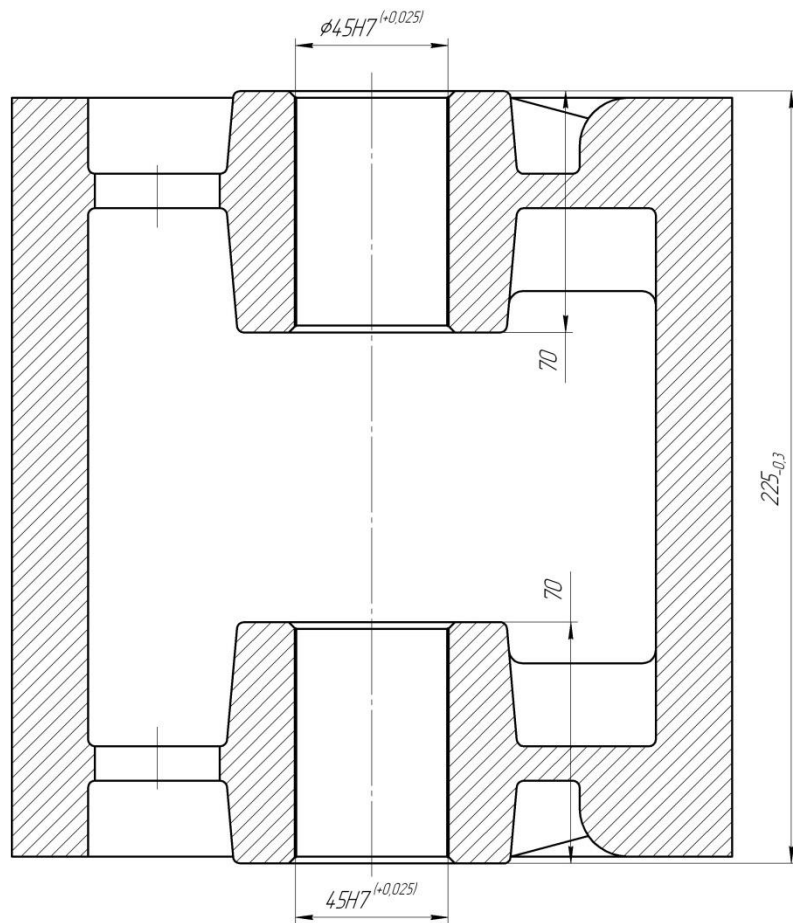


Рисунок 3.7 – Эскиз обрабатываемого отверстия

Припуск под протягивание:

$$A := 0.005D + 0.1\sqrt{L} \quad (3.1)$$

$$A := 0.005D + 0.1\sqrt{L}$$

$A = 1.062$ мм, принимаем $A := 1.1$ мм.

Диаметры отверстия до протягивания переднего направления и первого зуба протяжки

$$DI := D - A \quad (3.2)$$

$DI = 43.9$ мм.

Расстояние до первого зуба

$$LI := 430 + L \quad (3.3)$$

где 430 - расстояние от хвостовой части протяжки до передней направляющей части

$LI = 500$ мм.

Диаметр хвостовика определяем по таблицам 8.2, 8.3 [8]. Выбираем наибольший хвостовик, который может пройти через отверстие.

$$d1 := 40 \text{ мм}$$

Площадь хвостовика для данного диаметра

$$F_x := 804.2 \text{ мм}^2$$

Шаг режущих зубьев

$$tp_{min} := 1.25\sqrt{L} \quad (3.4)$$

$$tp_{min} = 10.458 \text{ мм}$$

$$tp_{max} := 1.5\sqrt{L} \quad (3.5)$$

$$tp_{max} = 12.55 \text{ мм.}$$

Принятый шаг зубьев (табл. 8.6 [8])

$$tp := 10 \text{ мм.}$$

Наибольшее число одновременно работающих зубьев

$$Z_{max} := \frac{L}{tp} + 1 \quad (3.6)$$

$$Z_{max} = 8$$

Глубина стружечной канавки (табл. 8.6 [8])

$$h_k := 3 \text{ мм.}$$

Площадь стружечной канавки (табл. 8.6 [8])

$$F_k := 7.07 \text{ мм}^2.$$

Коэффициент заполнения стружечной канавки (табл. 8.8 [8])

$$K := 2.5$$

Подача, допустимая по размещению стружки в канавке

$$S_{zk} := \frac{F_k}{K \cdot L} \quad (3.7)$$

$$S_{zk} = 0.04 \text{ мм/зуб.}$$

10.13. Наибольшее усилие, допустимое хвостовиком (табл. 8.9 [8])

$$\sigma_x := 300 \text{ МПа}$$

$$P_x := F_x \cdot \sigma_x \quad (3.8)$$

$$P_x = 2.413 \times 10^5 \text{ Н.}$$

Наибольшее усилие, допускаемое протяжкой на прочность по первому зубу ($\sigma_l := 400 \text{ МПа}$ - по табл. 8.9 [8])

$$P_l := \pi(Dl - 2hk)^2 \cdot \frac{\sigma_l}{4} \quad (3.9)$$

$$P_l = 4.513 \times 10^5 \text{ Н.}$$

Расчетная сила резания

$$P := \min(P_x, P_l, P_c \cdot 0.9) \quad (3.10)$$

$$P = 4.5 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Подача, допустимая по силе резания

$$S_{zp} := \sqrt[8]{\left(\frac{P}{C_p \cdot \pi \cdot D \cdot Z_{max}}\right)^{10}} \quad (3.11)$$

$$S_{zp} = 8.236 \times 10^{-3} \text{ мм/зуб.}$$

«Если $S_{zp} \geq S_{zk}$, следует применять одинарную схему резания, в других случаях проводим расчет для групповой схемы резания (число зубьев в группе выбираем методом последовательных приближений, примем $N_z := 2$). В нашем случае принимаем групповую схему резания.» [18]

Шаг режущих зубьев для групповой схемы

$$tp_{min_gp} := 1.45\sqrt{L}$$

$$tp_{min_gp} = 12.132 \text{ мм,}$$

$$tp_{max_gp} := 1.9\sqrt{L}$$

$$tp_{max_gp} = 15.897 \text{ мм.}$$

Принятый шаг зубьев

$$tp_gp := 14 \text{ мм.}$$

Наибольшее число одновременно работающих зубьев

$$Z_{max_gp} := \frac{L}{tp_gp} + 1$$

$$Z_{max_zp} = 6$$

Глубина стружечной канавки

$$h_{к_zp} := 4 \text{ мм.}$$

Площадь стружечной канавки

$$F_{к_zp} := 12.56 \text{ мм}^2.$$

10.22. Коэффициент заполнения стружечной канавки

$$K_{zp} := 2$$

Подача, допустимая по размещению стружки в канавке

$$S_{zk_zp} := \frac{F_{к}}{K_{zp} \cdot L}$$

$$S_{zk_zp} = 0.051 \text{ мм/зуб.}$$

Подача, допустимая по силе резания

$$S_{zp_zp} := \sqrt[8]{\left(\frac{P \cdot N_z}{C_p \cdot \pi \cdot D \cdot Z_{max_zp}}\right)^{10}} \quad (3.12)$$

$$S_{zp_zp} = 0.028 \text{ мм/зуб.}$$

Примерная длина режущей части при одинарной схеме резания

$$l_p := \frac{A \cdot t_p}{2 \cdot \min(S_{zp}, S_{zk})} \quad (3.13)$$

$$l_p = 667.77 \text{ мм.}$$

Примерная длина режущей части при групповой схеме резания

$$l_{p_zp} := \frac{A \cdot t_{p_zp} \cdot N_z}{2 \cdot \min(S_{zp_zp}, S_{zk_zp})} \quad (3.14)$$

$$l_{p_zp} = 548.687 \text{ мм}$$

Очевидно, что применение групповой схемы резания дает сокращение длины режущей части, поэтому применяем групповую схему резания.

Принятое значение подачи

$$S_z := \min(S_{zp_zp}, S_{zk_zp})$$

$$S_z = 0.028 \text{ мм, принимаем } S_z := 0.02$$

Число зубьев в группе

$$n = 2$$

Число режущих зубьев

$$Z := \frac{A}{2S_z} + 1 \quad (3.15)$$

$$Z = 28.5, \text{ принимаем } Z := 29$$

Диаметры режущих зубьев для $i := 1.. Z - 1$

$$d_i := D_1 + (i - 1) \cdot 2 \cdot S_z \quad (3.16)$$

Диаметр последнего режущего зуба $d_Z := D$

Длина режущей части

$$l_p := t_{p_zp} \cdot (Z - 1) \quad (3.17)$$

$$l_p = 392 \text{ мм.}$$

Число калибрующих зубьев выбираем в зависимости от качества точности получаемого отверстия:

$$Z_k := 7 - \text{ для 7 качества.}$$

Шаг калибрующих зубьев (см. табл. 8.6)

$$t_k := \frac{2}{3} t_{p_zp} \quad (3.18)$$

$$t_k = 9.333 \text{ мм.}$$

Длина калибрующей части

$$l_k := t_k \cdot Z_k \quad (3.19)$$

$$l_k = 65.333 \text{ мм.}$$

Длина заднего направления протяжки

$$l_3 = 90 \text{ мм} - \text{ больше проточки между отверстиями.}$$

Общая длина протяжки

$$L_{np} := L_1 + l_p + l_k + l_3$$

$$L_{np} = 500 + 392 + 65 + 90 = 1047 \text{ мм.}$$

Допускаемая длина протяжки

$$L_{np_max} := 40D$$

$$L_{np_max} = 1.8 \times 10^3 \text{ мм.}$$

Расстояние между стружкоразделительными канавками при $h_{к_зр} = 4$ мм и $S_z = 0.02$ определяем по формуле

$$b := 1.7\sqrt{D} \quad (3.20)$$

$$b = 11.404 \text{ мм.}$$

Число стружкоразделительных канавок

$$N_c := \frac{\pi D}{b} \quad (3.21)$$

$$N_c = 12.397, \text{ принимаем } N_c := 12.41.$$

Передний угол

$$\gamma := 12deg \text{ (град).}$$

Угол правки круга для заточки угла γ :

$$\beta_k := 45deg \text{ (град)}$$

Наибольший диаметр круга для заточки

$$D_{кз} := \frac{Dl - h_{к_зр}}{\sin(\gamma)} \cdot \sin(\beta_k) \quad (3.22)$$

$$D_{кз} = 135.7 \text{ мм.}$$

Наибольший диаметр протягиваемого отверстия

$$D_{max} := D + TE \quad (3.23)$$

$$D_{max} = 45.025 \text{ мм.}$$

Допуск на разбивку $T_{разб} := 0.005$ мм.

Номинальный диаметр калибрующих зубьев

$$d_k := D_{max} - T_{разб} \quad (3.24)$$

$$d_k = 45.02 \text{ мм.}$$

Допуск на изготовление калибрующих зубьев

$$T_{dk} := \frac{1}{3}TD \quad (3.25)$$

$$T_{dk} = 8.333 \times 10^{-3} \text{ мм, принимаем } T_{dk} := 0.008 \text{ мм.}$$

Чертеж протяжки представлен на чертеже

3.3 Проектирование станочного приспособления

В качестве объекта проектирования выберем автоматический патрон для захвата протяжки на операции 020 – протяжной.

Сила резания.

Силу резания при протягивании принимаем равной, рассчитанной в пункте 6 - $P_z = 25550$ Н.

Усилие на приводе рассчитаем по формуле:

$$Q = P_z / i_c, \quad (3.26)$$

где i_c - передаточное отношение силы P_z .

$$i_c = \frac{(1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \cdot \operatorname{tg} \varphi_{2np})}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}, \quad (3.27)$$

где α - угол скоса клина; φ - угол трения на наклонной поверхности клина; φ_1 - угол трения на горизонтальной поверхности клина; φ_{2np} - приведенный угол трения одноопорного плунжера.

Принимаем $\alpha = 45^\circ$; $\varphi = 5^\circ 50'$; $\varphi_1 = 5^\circ 50'$.

$$\varphi_{2np} = \operatorname{arctg} \frac{3l}{a}, \quad (3.28)$$

где a – длина боковой опоры плунжера; l – расстояние от силы Q до середины боковой опоры плунжера.

$$\varphi_{2np} = \operatorname{arctg} \frac{3 \cdot 5}{62} = 13,6^\circ$$

Рассчитаем передаточное отношение:

$$i_c = \frac{(1 - \operatorname{tg}(45 + 5,83) \cdot \operatorname{tg} 13,6)}{\operatorname{tg}(45 + 5,83) + \operatorname{tg} 5,83} = 0,53$$

Тогда усилие на приводе для разжима протяжки должно быть:

$$Q = \frac{25550}{0,53} = 48317 \text{ Н}$$

3.4 Описание работы приспособления

В корпусе 1 соосно с закрепляемой протяжкой установлен поджимаемый пружиной 3 центральный шток 2, а в радиальных пазах — подпружиненные захватные кулачки 5. На наружной поверхности корпуса подвижно расположена фиксирующая гильза 6 с расточкой для размещения в ней кулачков 5 при освобождении протяжки. Гильза постоянно поджимается пружиной 7. В диаметральной пазу корпуса размещена подвижная подпружиненная планка 8 с наружным и внутренним скосами, а в профильном вырезе центрального штока 2 подвижно установлен ролик 9, поджимаемый плоской пружиной 10.

При захвате протяжки снимается силовое воздействие на торец гильзы 6, а протяжка торцом воздействует на торец центрального штока 2, сжимая пружину 3. Ролик 9, находящийся в нижнем положении при контакте со скосом, отжимает планку 8, которая освобождает фиксирующую гильзу 6. Гильза под действием пружины 7, перемещается вниз, выталкивая кулачки 5 из расточки и сводя их внутрь патрона. Сводящиеся кулачки захватывают хвостовик протяжки. При дальнейшем перемещении штока 2 ролик 9 сходит со скоса планки 8, освобождая ее и подготавливая патрон к дальнейшей работе.

Порядок контроля: посадить изделие на направляющие планки 3, выполнив тем самым его ориентацию для измерения несоосности отверстий; установить шпиндель-стойку 4 в опору 2; установить индикаторы на требуемый натяг при необходимости. Контроль несоосности производим по нескольким линиям вдоль контролируемого диаметра, контроль неперпендикулярности достаточно произвести в одном положении стойки, показанном на чертеже. При проворачивании стойки индикаторная головка покажет радиальное биение (удвоенную величину несоосности) и величину торцевого биения (неперпендикулярности).

4 Безопасность и экологичность объекта выпускной квалификационной работы

4.1 Описание рабочих мест, оборудования и выполняемых операций

«Рассматривается производство детали – барабан производство которого достигает в проектируемом варианте 1000 деталей в год при двусменном режиме работы. Поэтому механическая обработка барабана ведется при невысокой автоматизации труда: основные трудоемкие операции выполняются на токарных станках с ЧПУ и протяжных станках.» [15]

«Загрузка и транспортировка деталей между станками осуществляется с помощью загрузочно-разгрузочных устройств и транспортных потоков.» [9]

Эскиз рабочего участка представлен на рисунке 4.1.

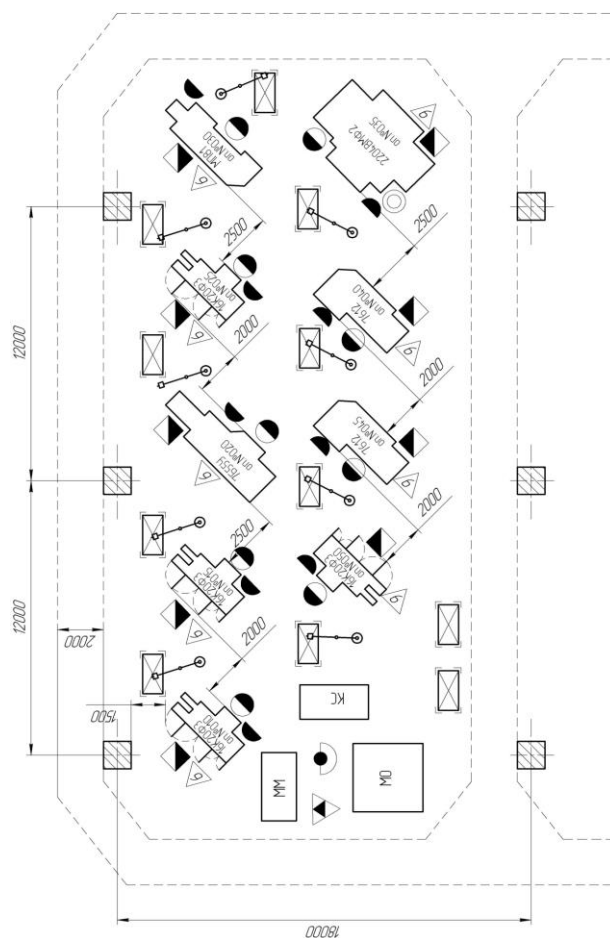


Рисунок 4.1 – Эскиз рабочего участка

Описание технологического оборудования, инструментов, используемых в процессе труда, сведем в таблицу 4.1

Таблица 4.1 - Спецификация оборудования, инструмента для производственного участка

№ позиции на эскизе участка, рабочего места	Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
010 Токарная	Токарный ЧПУ 16К20Ф3 Патрон трехручачковый клиновой ГОСТ 24351-80 Резец проходной отогнутый ГОСТ 18868-73, Резец подрезной ГОСТ 18871-73, Резец расточной ГОСТ 18882-73	Точить торец 12, отверстие 30, наружный диаметр 9.
015 Токарная	Токарный ЧПУ 16К20Ф3 Патрон трехручачковый клиновой ГОСТ 24351-80 Резец проходной отогнутый ГОСТ 18868-73, Резец подрезной ГОСТ 18871-73, Резец расточной ГОСТ 18882-73	Точить торец 1, отверстие 29, наружный диаметр 4.
020 Протяжная	Приспособление для протягивания Внутренняя протяжка	Протянуть отверстия 29,30
025 Токарная	Токарный ЧПУ 16К20Ф3 Оправка цанговая с поджимом ее задним центром (вращающийся ГОСТ 8742-75) Резец подрезной левый ГОСТ 18871-73, Резец проходной упорный ГОСТ 18879-73	Точить поверхности 4,5,8,9,10,12
030 Шпоночно-протяжная	Шпоночный протяжной полуавтомат МП81 Приспособление для протягивания, адаптер для протягивания пазов Протяжка шпоночная	Протянуть шпоночный паз 21-23
035 Многоцелевая	Многоцелевой 2204ВМФ2 Специальная оправка Фреза концевая Ø16 ГОСТ 19372-73, сверло спиральное Ø7 ГОСТ 4010-77, сверло спиральное Ø11 ГОСТ 4010-77, сверло Ø16 ГОСТ 4010-77, Метчик М12 ГОСТ 8859-74	Выполнить пазы 16,17; сверлить отверстия 20; Сверлить отверстия 25,26
040 Протяжная	Вертикальный протяжной 7Б64 Адаптер для протягивания Протяжка фасонная	Протянуть поверхности 16,17,18,19,20
040 Протяжная	Вертикальный протяжной 7Б64 Адаптер для протягивания Протяжка фасонная	Протянуть поверхности 16,17,18,19,20
050 Токарная	Токарный ЧПУ 16К20Ф3 Оправка цанговая с поджимом ее задним центром (вращающийся ГОСТ 8742-75) Резец фасонный	Точить винтовую канавку 6

4.2 Воздействие производственного фактора на организм работающего

«Опасность поражения людей электрическим током может возникнуть в случае прикосновения к частям электроустановки или оборудования, нормально не находящимся под напряжением, но с возможностью оказаться под ним при замыкании на корпус электрооборудования.

Вращающийся инструмент может привести к наматыванию одежды, волос на инструмент, механическому повреждению живых тканей организма.

Обработка резанием матрицы нижней происходит с применением смазочно-охлаждающие жидкости, отчего воздух загрязняется аэрозолями (туманами) этих веществ, а так же металлической пылью при обработке на фрезерных станках бессожевым методом.

Вредные вещества из воздуха проникают в организм человека главным образом через дыхательные пути, а также через кожу и оказывают токсическое действие на организм человека, вызывая раздражение слизистых оболочек дыхательных путей. В процессе обработки образуется железная пыль, которая, попав в лёгкие, оседает там. В результате воздействия вредных веществ могут возникнуть профессиональные заболевания.» [12]

«Причиной возбуждения вибраций являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия. Источником их могут быть кривошипно-шатунные механизмы, гидравлические удары при разрыве и т.д. различают общую и локальную вибрации. Общая вызывает сотрясение всего организма, местная вовлекает в колебательное движение отдельные части тела.

Основные источники шума на участке – гидроприводы, шум от удара при разрыве, электродвигатели, зубчатые и ременные передачи, подшипники, особенно при наличии износа, перекосов и дисбаланса движущихся частей, а также сам процесс резания и вибрации технологической системы ЗИПС.

Неблагоприятные параметры микроклимата рабочих мест и производственных помещений: в соответствии с ГОСТ 12.1.005 – 88 устанавливаем оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны помещения. Оптимальная температура воздуха $18\div 22^{\circ}\text{C}$; оптимальные величины относительной влажности составляют $40\div 60\%$; скорость движения воздуха в зимнее время не должна превышать $0.2\div 0.5$ м/с, летом - $0.2\div 1.0$ м/с.

Рабочие постоянно подвергаются физическим перегрузкам и нервно-психическим перегрузкам. Нервно-психические перегрузки подразделяются на: умственное перенапряжение; перенапряжение анализаторов; монотонность труда; эмоциональные перегрузки.» [13]

4.3 Мероприятия по разработке безопасных условий труда на производственном участке

Рабочее место и взаимное расположение его элементов должны обеспечивать безопасное и удобное техническое обслуживание и чистку. Для сведения к минимуму физических и нервно-психических перегрузок при организации рабочего места должны выполняться следующие условия: конструкция рабочего места должна обеспечивать удобную рабочую позу человека, что достигается регулированием высоты и угла наклона подставки для ног при ее применении и (или) высоты и размеров рабочей поверхности; конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в зонах моторного поля (оптимальной, легкой досягаемости и досягаемости) в зависимости от требуемой точности и частоты действий.

При проектировании рабочего места в зависимости от характера работы следует работу в положении сидя предпочитать работе в положении стоя или обеспечить возможность чередования обоих положений (например, с применением вспомогательного кресла).

Организация рабочего места должна обеспечивать возможность изменения рабочей позы. Организация рабочего места должна обеспечивать устойчивое положение и свободу движений работающего, сенсорный контроль деятельности и безопасность выполнения трудовых операций. Организация рабочего места должна исключать или допускать редко и кратковременно работу в неудобных позах (характеризующихся, например, необходимостью сильно наклоняться вперед или в стороны, приседать, работать с вытянутыми или высоко поднятыми руками и т.п.), вызывающих повышенную утомляемость. Организация рабочего места должна обеспечивать необходимый обзор зоны наблюдения с рабочего места. Средства отображения информации должны быть размещены в зонах информационного поля рабочего места с учетом частоты и значимости поступающей информации, типа средства отображения информации, точности и скорости слежения и считывания. Органы управления должны быть размещены на рабочем месте с учетом рабочей позы, функционального назначения органа управления, частоты применения, последовательности использования, функциональной связи с соответствующими средствами отображения информации. Расстояние между органами управления должно исключать возможность изменения положения органа управления при манипуляции со смежным органом управления. Рабочее место при необходимости должно быть оснащено вспомогательным оборудованием (подъемно-транспортными средствами и т.д.). Его компоновка должна обеспечивать оптимизацию труда и его безопасность.

При планировании участка изготовления барабана учитывались данные вредные факторы, поэтому на момент монтажа они были сведены к минимуму, отклонения от нормы происходят в процессе износа оборудования и устраняются путем систематической подналадки.

5 Экономическая эффективность

Краткую характеристику сравниваемых вариантов занесем в таблицу

5.1

Таблица 5.1 - Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
<p>На протяжной операции 020 обработку производим круглой протяжкой Р6М5.</p> <p>На операциях 040, 045 обработка отверстий происходит на долбежных станках 7Д430.</p> <p>Тип производства – среднесерийный</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплаты труда – повременно-премиальная.</p>	<p>На протяжной операции 020 обработку производим модернизированной круглой протяжкой Р6М5.</p> <p>На операциях 040, 045 обработка происходит на протяжных станках 7Б64.</p> <p>Тип производства – среднесерийный</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплаты труда – повременно-премиальная.</p>

Калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса

Таблица 5.2 – Калькуляция себестоимости детали

№	Статьи затрат	Затраты, руб.		Изменения +/-
		Базовый	Проект	
1	2	3	4	5
1	Материалы за вычетом отходов: M	1440,92	1256,21	-184,71
2	Основная заработная плата рабочих операторов: $Z_{пл.осн} = Z_{пл.оп} + Z_{пл.нал}$	63,25	51,49	-11,76
3	Начисления на заработную плату: $H_{з.пл}$	16,45	13,39	-3,06
4	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования: $P_{э.об}$	13,39	2,37	-11,02
	Итого технологическая себестоимость: $C_{тех} = M + Z_{пл.осн} + H_{з.пл} + P_{э.об}$	1534,01	1323,46	-210,55
5	Общеховые накладные расходы: $P_{цех} = Z_{пл.осн} \cdot K_{цех}$	135,99	110,70	-25,29
	Итого цеховая себестоимость: $C_{цех} = C_{тех} + P_{цех}$	1670,0	1434,16	-235,84

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5
6	Заводские накладные расходы: $P_{ЗAB} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЗAB}$	158,13	128,73	-29,4
	Итого заводская себестоимость $C_{ЗAB} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗAB}$	1828,13	1562,89	-265,24
7	Внепроизводственные расходы $P_{ВН} = C_{ЗAB} \cdot K_{ВНП}$	91,16	78,14	-13,02
	Всего полная себестоимость $C_{ПОЛ} = C_{ЗAB} + P_{ВН}$	1919,29	1641,03	-278,26

«Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости обработки детали.

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (C_{ПОЛ_{БАЗ}} - C_{ПОЛ_{НР}}) \cdot П_{Г} \quad (5.1)$$

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (1919,29 - 1641,03) \cdot 1000 = 278260 \text{ руб}$$

Налог на прибыль

$$H_{ПРИБ} = P_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \quad (5.2)$$

где $K_{НАЛ} = 0,24$ – коэффициент налогообложения прибыли

$$H_{ПРИБ} = 278260 \cdot 0,24 = 667824 \text{ руб}$$

Чистая ожидаемая прибыль

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} \quad (5.3)$$

$$P_{P.ЧИСТ} = 278260 - 667824 = 211477,6 \text{ руб}$$

После определения чистой прибыли определим расчетный срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), необходимых для осуществления проектируемого варианта:

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{общ}}{P_{P.ЧИСТ}}, \quad (5.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{82720}{211477,6} = 0,39 \text{ год}$$

Общая текущая стоимость доходов (чистая дисконтированная прибыль).

$$D_{\text{диск.общ}} = \sum_1^T \text{Пр.чист} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (5.5)$$

где T – горизонт расчета, лет

E – процентная ставка на капитал;

t – года получения прибыли.» [16]

$$D_{\text{диск.общ}} = 211477,6 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,1)^1} \right) = 19223314 \text{ руб}$$

Интегральный экономический эффект (чистый дисконтированный доход) составит:

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = D_{\text{диск.общ}} - K_{\text{вв.пр.}}, \quad (12.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = 192233,14 - 88720 = 103513 \text{ руб}$$

Так как ЧДД > 0 , значит проект эффективен, и поэтому определяем индекс доходности, т.е. прибыль на каждый вложенный рубль.

Индекс доходности

$$ИД = \frac{D_{\text{диск.общ}}}{K_{\text{вв.пр}}} = \frac{19223314}{88720} = 2,17$$

Технико-экономические показатели эффективности приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Технико-экономические показатели эффективности проекта

Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
		Базовый	Проект.
Технические параметры проекта			
Количество оборудования	$C_{\text{пр.общ}}, \text{шт}$	3	3
Средний коэффициент загрузки оборудования	$K_{3,CP}$	0,02	0,0073

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
Общее количество рабочих	$P_{ОБЦ}$	6	6
Экономические показатели проекта			
Годовая программа выпуска	$P_{Г,шт}$	1000	
Себестоимость единицы изделия	$C_{ПОЛ}, руб$	1919,29	1641,03
Капитальные вложения	$K_{ОБЦ}, руб$	73470	88720
Приведенные затраты на единицу изделия	$Z_{ПР.ЕД}, руб$	1943,38	1668,42
Чистая ожидаемая прибыли	$P_{Р.ЧИСТ}, руб$	211477,6	
Налог на прибыль	$H_{ПРИБ}, руб$	66782,4	
Срок окупаемости инвестиций	$T_{ОК.РАСЧ}, лет$	0,39	
Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД$ руб	103513	
Индекс доходности	$ИД, руб / руб$	2,17	

Заключение

Согласно полученному заданию в рамках выпускной квалификационной работы была произведена разработка барабана реверсивного аппарата.

Был произведен анализ актуальности рассматриваемой проблематики, выявлены цели и сформулированы задачи работы.

Анализ конструкции барабана производился исходя из его непосредственного функционального назначения. Исходя из этих же параметров, производилась оценка технологичности изготовления изделия.

В ходе разработки технологи получения заготовки было предложено получение заготовки методом литья металла в кокиль, что является более технологичным и экономичным методом, в сравнении с литьем в песчано-земляные формы.

Определен тип производства – среднесерийный. Исходя из типа производства была произведена разработка технологического процесса, с применением станков с числовым программным управлением, что в наибольшей мере отвечает требованиям современного производства.

Также при разработке технологического процесс были применены протяжные операции вместо традиционно используемых долбежных, что позволило сократить время технологических операций и снизить себестоимость.

Произведен анализ факторов, влияющих на безопасность труда на участке и предложены мероприятия по снижению негативного воздействия на работающих.

Произведен расчет технико-экономических показателей объекта технологической разработки, в ходе которого были получены данные, подтверждающие экономическую эффективность предложенных мероприятий.

Все выполненные в ходе выпускной квалификационной работы конструкторские и технологические разработки, как и расчеты по экономическому разделу, нашли свое отображение на листах графической части проекта. Графическая часть проекта представлена шестью листами формата А1.

На основании всего изложенного, следует оценить задачи, поставленные в рамках выпускной квалификационной работы выполненными.

Список используемых источников

1. Алфавитно-предметный указатель к международной классификации изобретений. В 2 т. Т.2.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1. / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1980.-728с.
3. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред.- Мн.: Высшая школа,1983.-256с.
4. Горина Л.Н. Безопасность жизнедеятельности / Л.Н. Горина, Н.Е. Данилина, Т.Н. Рыжкова. – Тольятти: ТГУ, 2007.-136с.
5. Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. / А.К. Горошкин.- М.: Машиностроение, 1979.-303с.
6. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. Введен 01.01.90. М.: Издательство стандартов. 1993.-54с.
7. Зубкова, Н.В. Расчет экономической эффективности. Методическое пособие для экономического обоснования дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки детали. / Н.В. Зубкова–Тольятти, ТГУ, 2006.-123с.
8. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент. / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов и др.- М.: Машиностроение, 2005.-528с.
9. Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений / В.С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983.-277с.
10. Краткий справочник металлиста / Под ред. П.Н. Орлова.- М.: Машиностроение, 1987.-960с.

11. Михайлов, А.В. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства: учебное пособие. / А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев, А.Г. Схиртладзе – Тольятти: ТГУ, 2004.-267с.
12. Международная классификация изобретений: раздел В
13. Определение операционных размеров механической обработки в условиях серийного производства: Метод. указания. / А.В. Михайлов-Тольятти: ТолПИ, 1992.-57с.
14. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин и др.- М.: Машиностроение, 1988.-736с.
15. План изготовления детали: Метод. указания / А.В. Михайлов.-Тольятти: ТолПИ, 1994.
16. Расчет припусков на механическую обработку и определение размеров заготовок, полученных различными методами. Оформление чертежа заготовки: методические указания / В.М. Боровков. - Тольятти: ТГУ, 2002.
17. Размерный анализ технологических процессов изготовления деталей машин: Метод. указания / А.В. Михайлов. - Тольятти: ТолПИ, 2001.-34с.
18. Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев, М.М. Тверской и др.-М.: Машиностроение, 1982.
19. Скиженок, В.Ф. Высокопроизводительное протягивание / В.Ф. Скиженок, В.Д. Лемешонок и др.-М.: Машиностроение, 1990.-240с.
20. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой.– М.: Машиностроение, 1985.-496с.
21. Станочные приспособления: Справочник. В 2 т. Т.2. / Под ред. Б.Н. Вардашкина.- М.: Машиностроение, 1984.-656с.

22. Черемисин, А.С. Методические указания к практическим работам по курсу “Проектирование механосборочных цехов”/ А.С. Черемисин.– Тольятти: ТолПИ, 1990.

23. Судиловский Максим Станиславович. Технология изготовления детали "Фланец редуктора". Бакалаврская работа. Тольятти: Тольяттинский государственный университет, 2018. – 66 с.

Приложение А

Маршрутная карта

Дубл.																	
Взам.																	
Н.контр.																	
													Листов 3	Лист 1			
Разраб.																	
Пров.																	10040.001
Н.контр.																	
Утв.																	
МО1	КЧ 37-12 ГОСТ1215-79																
МО2	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх	КИМ	Код загот		Профиль и размеры			КД	МЗ			
	33		166	22	1		0,81	14					1	27			
А	Цех	Уч	Р.М	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт-к
А 01				005	Заготовительная				ИОТ ХХХ								
Б 02					Отливка в кокиль												
03																	
А 04	XX	XX	XX	010	4110 Токарная с ЧПУ				ИОТ ХХХ								
Б 05					Токарно-винторезный 16К20Ф3		2	5292	22	1	1	1	1	1	21	2,94	
Т 06	396110XXXX-патрон трехлапчатый клиновый ГОСТ24351-80; 392190XXXX-Резец проходной отогнутый ГОСТ18868-73;																
Т 07	392190XXXX-Резец подрезной ГОСТ18871-73; 392190XXXX-Резец расточной ГОСТ18882-73; 393311XXXX- Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,1																
Т 08	ГОСТ 166-89; 393311XXXX- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;																
09																	
А 10	XX	XX	XX	015	4110 Токарная с ЧПУ				ИОТ ХХХ								
Б 11					Токарно-винторезный 16К20Ф3		2	15292	22	1	1	1	1	1	21	2,94	
Т 12	396110XXXX-патрон трехлапчатый клиновый ГОСТ24351-80; 392190XXXX-Резец проходной отогнутый ГОСТ18868-73;																
Т 13	392190XXXX-Резец подрезной ГОСТ18871-73; 392190XXXX-Резец расточной ГОСТ18882-73; 393311XXXX- Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,1																
МК																	

Продолжение Приложения А

Дубл.															
Взам.															
Н.контр.															
														Лист 2	
А	Цех	Уч	Р.М	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Наименование оборудования				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
КИМ	Наименование детали, сборочной единицы или материала				Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх
Т 01	ГОСТ 166-89; 393311XXXX- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89;														
02															
А 03	XX	XX	XX	020	4180 Протяжная	ИОТ ХХХ									
Б 04					Вертикальный протяжной полуавтомат ТБ65	2	16458	22	1	1	1	1	1	31	2,07
Т 05	396171XXXX-Приспособление для протягивания; 392320XXXX-Протяжка для внутреннего протягивания; 394130XXXX-Приспособление														
Т 06	индикаторного типа.														
07															
А 08	XX	XX	XX	025	4110 Токарная с ЧПУ	ИОТ ХХХ									
Б 09					Токарно-винторезный 16К20Ф3	2	15292	22	1	1	1	1	1	23	2,73
Т 10	396171XXXX-Оправка цанговая; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392190XXXX-Резец подрезной левый ГОСТ18871-73;														
Т 11	392190XXXX-Резец проходной упорный ГОСТ18879-73; 393311XXXX- Штангенциркуль ШЦ-III-250-0,05 ГОСТ 166-89.														
12															
А 13	XX	XX	XX	030	4180 Шпоночно-протяжная	ИОТ ХХХ									
Б 14					Шпоночный протяжной полуавтомат МП81	2	16458	22	1	1	1	1	1	26	2,1
Т 15	396171XXXX-Приспособление для протягивания; 396171XXXX-Адаптер для протягивания пазов; 392350XXXX-Шпоночная протяжка;														
Т 16	394300XXXX-Набор концевых мер.														
17															
МК															

Продолжение Приложения А

Дубл.																		
Взам.																		
Н.контр.																		
																	Лист 3	
A	Цех	Уч	Р.М	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
B	Наименование оборудования					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт		
КИМ	Наименование детали, сборочной единицы или материала					Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх		
A 01	XX	XX	XX	035	4266 Многоцелевая	ИОТ ХХХ												
B 02					Многоцелевой 2204ВМФ2	2	15292	22	1	1	1	1		1	19	4,01		
T 03	396171XXXX-Специальная оправка; 391820XXXX-Фреза концевая ГОСТ19372-73; 391290XXXX-Сверло спиральное Ø7 ГОСТ 4010-77;																	
T 04	391290XXXX-Сверло спиральное Ø11 ГОСТ 4010-77; 391290XXXX-Сверло спиральное Ø16 ГОСТ 4010-77; 391391XXXX-Метчик М2																	
T 05	ГОСТ 8859-74; 393311XXXX- Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; 393110XXXX-Калибр.																	
06																		
A 07	XX	XX	XX	040	4180 Протяжная	ИОТ ХХХ												
B 08					Вертикальный протяжной полуавтомат ТБ64	2	16458	22	1	1	1	1		1	28,5	1,96		
T 09	396171XXXX-Адаптер для протягивания; 392350XXXX-Фасонная протяжка; 393110XXXX-Калибр.																	
10																		
A 11	XX	XX	XX	045	4180 Протяжная	ИОТ ХХХ												
B 12					Вертикальный протяжной полуавтомат ТБ64	2	16458	22	1	1	1	1		1	28,5	1,96		
T 13	396171XXXX-Адаптер для протягивания; 392350XXXX-Фасонная протяжка; 393110XXXX-Калибр.																	
14																		
A 15	XX	XX	XX	050	4110 Токарная с ЧПУ	ИОТ ХХХ												
B 16					Токарно-винторезный 16К20Ф3	2	15292	22	1	1	1	1		1	19	2,17		
T 17	396171XXXX-Оправка цанговая; 392871XXXX-центр вращающийся ГОСТ 8742-75; 392190XXXX-Резец фасонный; 394130XXXX-Индикатор.																	
МК																		

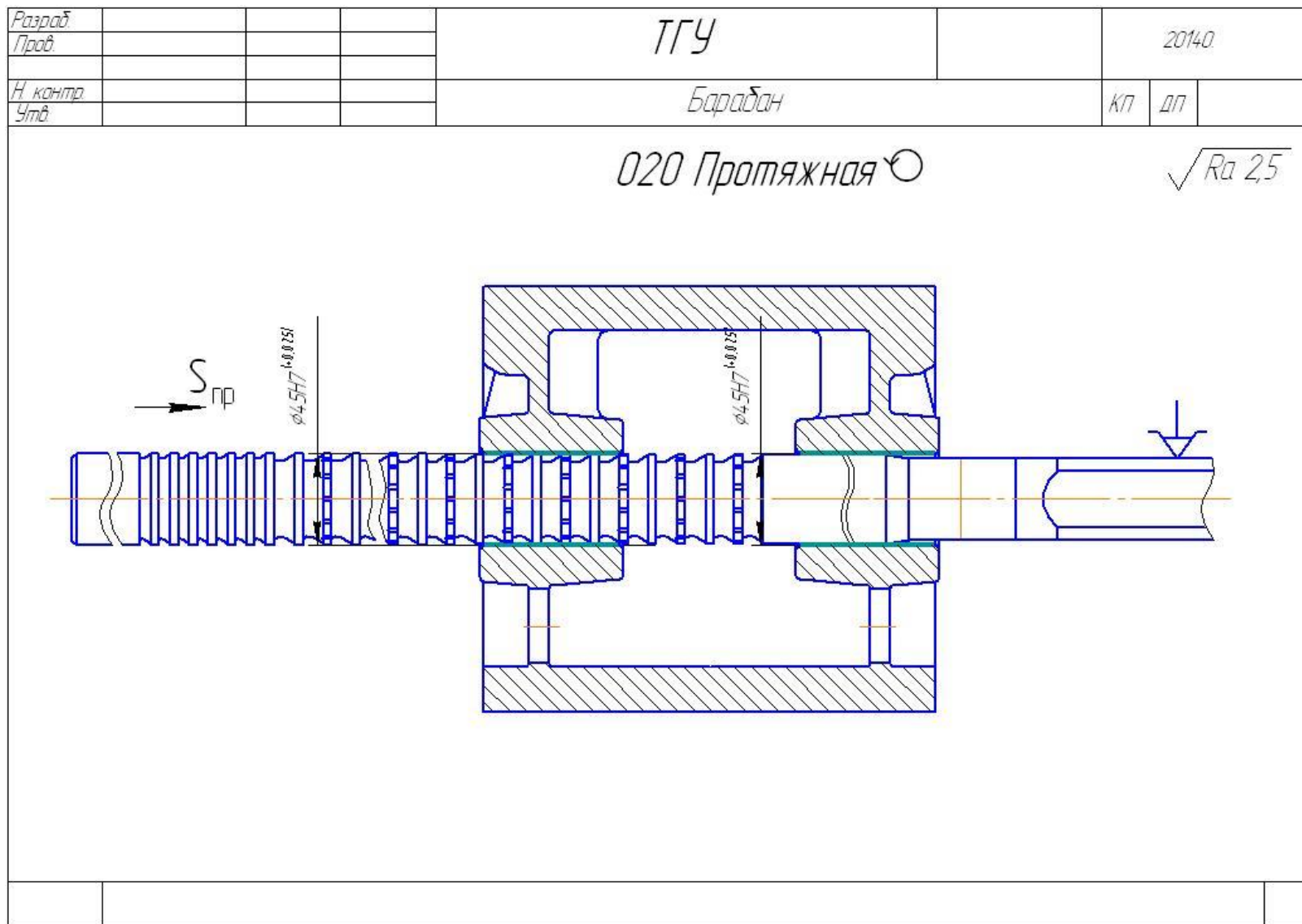
Приложение Б

Операционная карта

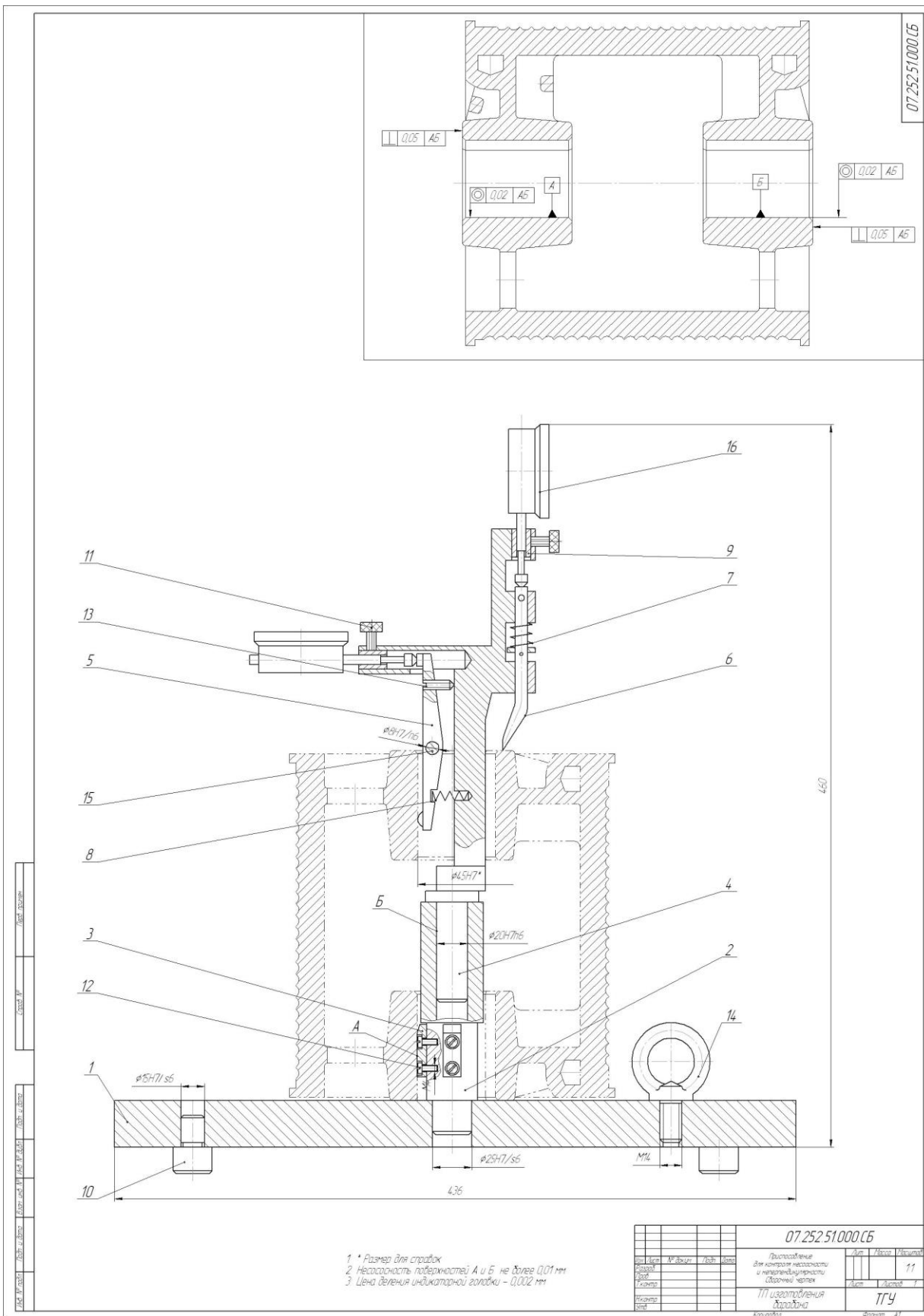
Дубл.														
Взам.														
Н.контр.														
							Листов 1	Лист						
Разраб.				ТГУ										
Пров.														
Н.контр.				Барабан							Цех	Уч	Р.м	Опер
Утв.											XX	XX	XX	020
Наименование операции				Материал		Твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
020 Протяжная				К4 37-12 ГОСТ1215-79		160 НВ	166	22					1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ				
7Б65						0,05	1,29	31	1,45					
Р		ПШ	Д или В	L	t	I	S	n	V					
01			мм	мм	мм		мм/зуб	об/мин	м/мин					
А 02	<i>Установить и снять заготовку.</i>													
Т 03	<i>396171XXXX-Приспособление для протягивания.</i>													
04														
О 05	<i>Протягивать поверхности 29,30, выдерживая размер $\varnothing 45^{+0,025}$</i>													
Т 06	<i>392320XXXX-Протяжка для внутреннего протягивания; 394130XXXX-Приспособление индикаторного типа.</i>													
Р 07		XXX				1,1	1	0,02	6					
08														
09														
10														
11														
												ОКП		

Приложение В

Эскизная карта на протяжную операцию



Приложение Г Контрольное приспособление



Приложение Д
Спецификация станочного приспособления

Лист	№	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
<i>Детали</i>						
07.252.50.000.СБ						
А1			08.07.252.50.000.СБ	Сборочный чертеж		
А2	1		08.07.252.50.001	Корпус	1	
А3	2		08.07.252.50.002	Шток	1	
А3	3		08.07.252.50.003	Пружина	1	
А3	4		08.07.252.50.004	Винт специальный	1	
А3	5		08.07.252.50.005	Кулачок	2	
А4	6		08.07.252.50.006	Гильза фиксирующая	1	
А4	7		08.07.252.50.007	Пружина	1	
А4	8		08.07.252.50.008	Планка подпружиненная	1	
А3	9		08.07.252.50.009	Ролик	1	
А4	10		08.07.252.50.010	Пружина плоская	1	
А3	11		08.07.252.50.011	Вставка	1	
А2	12		08.07.252.50.012	Пружина	3	
А3	13		08.07.252.50.013	Втулка направляющая	1	
А3	14		08.07.252.50.014	Крышка	1	
А2	15		08.07.252.50.015	Кожух защитный	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		16		Винт М2 х 4 ГОСТ 11644-75	1	
		17		Винт М4 х 14 ГОСТ 17475-80	4	
		18		Гайка М10 х 2 ГОСТ 11871-88	1	
				07.252.50.000.СБ		
				Патрон автоматический для протравливания		
				Сборочный чертеж		
				Копировал		
				Формат А4		

Приложение Е
Спецификация контрольного приспособления

Лист	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Лист	А1				<u>Документация</u>			
Стор. №					<u>Детали</u>			
Лист и дата					<u>Стандартные изделия</u>			
Взам. инв. №					<u>Прочие изделия</u>			
Лист и дата								
Инв. № лист								
07.252.51.000.СБ								
Контрольное приспособление Сборочный чертёж						Лит.	Лист	Листов
								1

Копировал

Формат А4