

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
(наименование института полностью)  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного  
производства»  
(наименование кафедры)  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
(код и наименование направления подготовки)  
Технология машиностроения  
(профиль)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему \_\_\_ Технологический процесс изготовления вала сквозного  
лебедки

Студент(ка)	<u>Р.Л. Федотов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.А. Расторгуев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</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)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

Федотов Р.Л. Технологический процесс изготовления вала сквозного лебедки. Кафедра «ОиТМП». ТГУ: Тольятти, 2018, – 59 с.

В рамках бакалаврской работы рассмотрен технологический процесс по изготовлению вала. Из-за конструктивных особенностей вала, его длины, диаметра, материала технология по его обработке имеет ряд особенностей. В разделе по проектированию операций были выбраны методы по обеспечению заданных требований. Для этих методов определялись средства оснащения.

В конструкторском разделе разработана конструкция установки - приспособления для базирования и закрепления вала на операциях механической обработки: точения, шлифования. Для повышения эффективности точения спроектирован токарный резец, который обеспечивает виброгашение, что положительно сказывается и на точности и на шероховатости поверхностей вала.

Проектирование сопровождается расчетами на точность, проведен силовой расчет оснастки. Установка – система люнетов, применяется для техпроцесса изготовления вала.

Изменения техпроцесса обоснованы в экономическом разделе. Для обеспечения безопасности работы предложены мероприятия по охране труда.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исходные данные .....	5
2 Технологическая часть работы.....	11
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	29
4 Безопасность и экологичность работы .....	37
Токарный обрабатывающий центр 1740С .....	38
5 Экономическая эффективность работы .....	41
Заключение.....	45
Список используемых источников.....	46
Приложение А .....	48
Приложение Б.....	51
Приложение В .....	56
Приложение Г.....	58

## ВВЕДЕНИЕ

При изготовлении маложестких валов из-за их конструктивной податливости возникают значительные деформации на операциях механической обработки.

Для решения этой проблемы разработаны самоцентрирующие люнеты. Они могут быть подвижными и устанавливаться на суппорте с резцом. Они могут быть неподвижными. Но перед обработкой люнеты необходимо отцентровать, т.е. вывести на ось станка. Иначе при обработке будет большая погрешность установки и точность значительно снизится.

В работе предлагается система для регулирования положения люнетов на станке и контроля их положения в техпроцессе по изготовлению вала.

## 1 Исходные данные

### 1.1 Служебное назначение и условия работы детали

Вал входит в конструкцию лебедки. На него устанавливаются шкивы, которые создают крутящий момент передаваемый с привода – электродвигателя на барабан лебедки. Вал работает в условиях больших динамических нагрузок в открытой агрессивной среде (запыленность, внешние осадки) при частоте вращения 200-360 об/мин. Относительно невысокая частота вращения не создает проблем с дисбалансами из-за центробежных нагрузок и не приводит к значительным динамическим возмущениям.

Вал в узле воспринимает радиальную знакопеременную сосредоточенную нагрузку, осевую нагрузку и крутящий момент.

Все элементы вала на эскизе нумеруются. Затем систематизируются по их назначению (рисунок 1.1).

### 1.2. Систематизация поверхностей

Исполнительные поверхности – передача крутящего момента на напорные диски за счет шпоночных пазов 16, 18.

Основные базы – цилиндрические шейки (поверхности 10 и 13) под подшипник скольжения, и торцовая поверхность 5 для упора.

Вспомогательные базы – цилиндрические поверхности 8,9,14,11,12 под шкивы и лопасти, и шпоночные пазы 16,18 и паз под стопорные кольца 24, 17.

Свободные поверхности- 1,2,3,4,6,7,15,16,19-23.

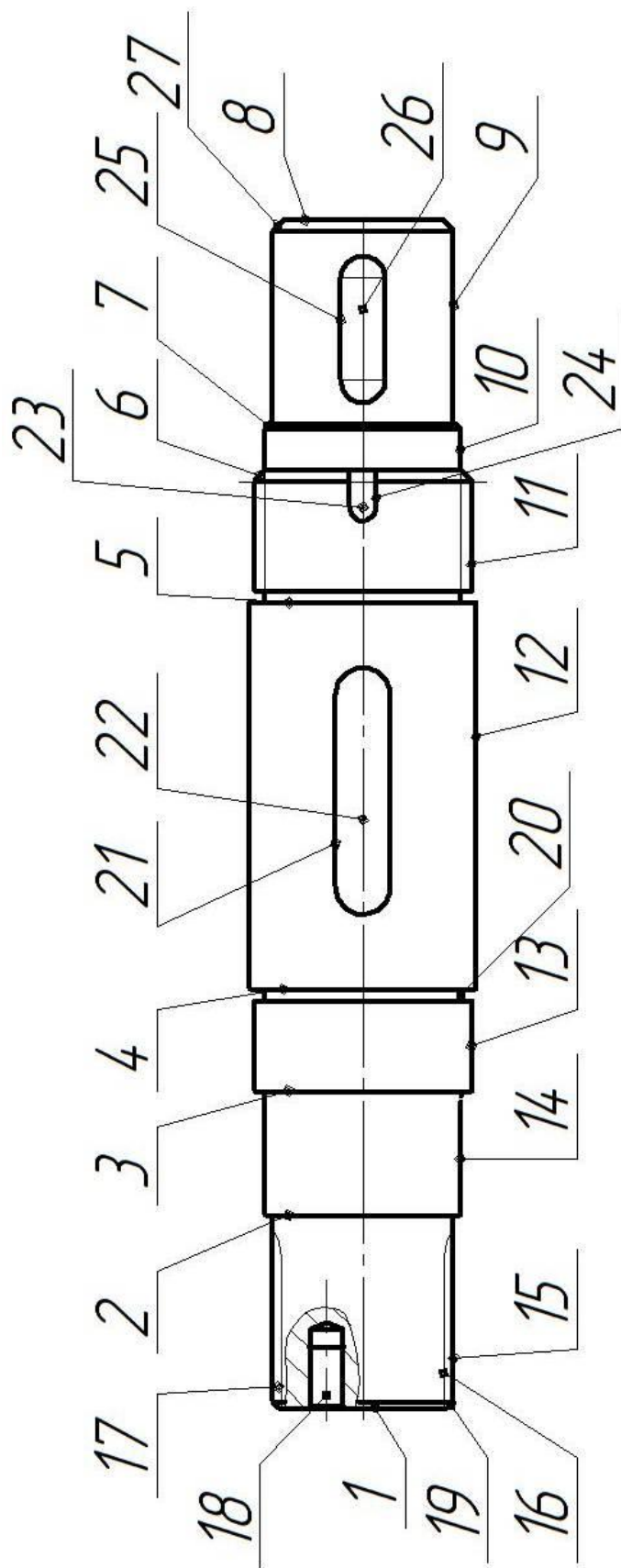


Рисунок 1.1 - Эскиз детали

Таблица 1.1 - Анализ исходных данных

Поверхности:			Требования:		Размер:		Ra, мкм
№	тип	назначение	вид	допуск,мм	габарит,мм	точность	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	П	С			640	12	12,5
2	П	ВК			85	12	12,5
3	П	С			140	12	12,5
4	П	ОК	⊥	0,02	185	12	2,5
5	П	ВК	⊥	0,02	284	12	2,5
6	Ф	С			116	12	12,5
7	Ф	ВК			90	12	12,5
8	П	С			640	12	12,5
9	Ц	ВК	⊖	0,012	80	6	0,63
			o	0,008			
10	Ц	ОК	⊖	0,012	86	6	0,63
11	Р	ВК			96	8	3,2
12	Ц	ВК			100	6	1,25
13	Ц	ОК	⊖	0,012	96	6	0,63
14	Ц	ВК	⊖	0,012	86	7	1,25
			o	0,008			
15	З	ВК	⊖	0,012	82	7	1,25
16	Ф.	В.К			72	11	12,5
17	Ф.	В.К			10	8	2,5
18	Р.	В.К			16	8	3,2
19	Ф	С			2,5	12	12,5
20	Ф	С			94	12	12,5

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
21	Ф	В.К			20	8	3,2
22	Ф.	В.К			80	13	6,3
23	Ф.	В.К			91	13	12,5
24	Ф.	В.К			12	11	12,5
25	Ф.	В.К			20	8	3,2
26	Ф.	В.К			70	13	6,3
27	Ф.	В.К			5	12	12,5
Примечание: Θ - отклонение от соосности; о – отклонение от круглости; ⊥ - отклонение от перпендикулярности							

1.3. Анализ технологичности детали

Материал детали – нержавеющая сталь 03X18H11. Она предназначена для ответственных деталей, работающих в агрессивных средах. Состав приведен в таблице 1.2.

Физико-механические свойства по материалу 03X18H11 показаны в таблице 1.3.

Таблица 1.2 - Химические элементы материала 03X18H11

P	Mn	C	S	Si	Cr	Ni
в %						
до 0,035	до 2	до 0,03	до 0,02	до 0,8	17- 19	10,5- 12,5

Твердость у материала 03X18H11 для поковки по ГОСТ 25054-81 равна НВ 179 МПа. Данные механические характеристики для вала обеспечивают нормальную работу. Поскольку относительное трение по



поверхностям вала отсутствует, закалку до высокой твердости проводить не требуется.

Таблица 1.3. – Физико-механические параметры

Сортамент	Размер мм	$\sigma_T$ МПа	$\sigma_2$ МПа	$\psi_5$ %	Вид термообработки
-					-
Прутки, ГОСТ 5949-75	до Ø 60	155	440	40	Закалка 1020 - 1100°C, Охлаждение воздух,
Поковки, ГОСТ 25054-81		176	441	40	

На особенности техпроцесса будет влиять большое соотношение длины вала к его среднему диаметру вала ( $640/92=7$ ). Это достаточно много, чтобы приводить к повышенным деформациям при обработке на переходах течения, особенно на черновой обработке при максимальных режимах. Поэтому необходимо использовать дополнительные опоры в виде люнетов.

Также необходимо правильно выбрать вид стабилизирующей термообработки и способ ее проведения, чтобы не получить высокое коробление вала.

В целом вал имеет типовые требования по точности (максимальная точность – 6 квалитет), соответствующие требования по расположению (соосность для цилиндрических, перпендикулярность для плоских) и форме (цилиндричность).

Шероховатость большинства цилиндрических поверхностей 0,63 мкм, что требует использования отделочных переходов (или тонкое точение, что затруднительно из-за невысокой жесткости вала или шлифование).

Протяженность шеек в среднем не высокая, но сам вал многоступенчатый, что требует использования автоматизированного

оборудования. Помимо шеек требуется обработать отверстия с резьбой в торце детали и несколько пазов, а на крайней шейке – прямобочные шлицы. Эти поверхности можно обрабатывать на специализированных станках, например на шпоночно-фрезерном, сверлильном, зубофрезерном. Или все эти поверхности можно обработать на токарном центре, который имеет инструментальные привода для вращающихся инструментов (фрез, сверл и т.д.)

По технологичности вал, кроме жесткости, является технологичным.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Тип производства

Тип производства является мелкосерийным. Он определяется в соответствии с массой детали  $m=28,1$  кг и по годовому объему выпуска данного вала  $N=500$  дет/год.

С учетом анализа данных и мелкосерийным типом производства проектирование техпроцесса ведется на основе рекомендаций [12].

### 2.2. Проектирование заготовки

Для представленного вала лучше, с учетом типа производства, в качестве исходной заготовки применить или прокат или горячую штамповку [3] .

У вала массой  $Q$  незначительная ступенчатость  $(D_{\max}-D_{\min})/2=(100-80)/2=10$  мм или 5 мм на сторону. Для выбора заготовки массой  $q$  выполним сравнительный расчет по стоимости.

1. Стоимость горячей штамповки на прессе [4, 10]:

$$S_{\text{ЗАГ}} = \left( \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi} \right) - Q - q \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (2.1)$$

где  $Q$  – цена горячей штамповки на 1 тонну, руб.;

$K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{\Pi}$  - коэффициенты, которые учитывают условия обработки [4];

$S_{\text{отх}}$  - отходы, руб. ( $S_{\text{отх}} = 520$  руб/тонна).

По данным [4] для штамповки на ГКШМ  $Q = 3730$  руб.

Ориентировочно масса заготовки:

$$Q=q \cdot K_p, \quad (2.2)$$

где  $K_p$  - коэффициент по ГОСТ 7505-89.

Для штамповок его можно принять  $K_p = 1,3$ .

Тогда масса заготовки  $Q = 28,1 \cdot 1,3 = 36,5$  кг.

$$S_{заг} = \frac{3730}{1000} \cdot 36,5 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,0 - (36,5 - 28,1) \cdot \frac{520}{1000} = 1222 \text{ руб / шт}$$

Масса детали рассчитана и равна 28,1 кг. Припуски для вала на обработку назначаются по [11]. Расчетным путем вычислим припуски и размеры на максимальную ступень  $\varnothing 100$  мм.

Припуски в таблице 2.1 находятся по формуле

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (2.3)$$

Где все данные показаны в таблице 2.1. По расчету припусков в табл. 2.1 величина  $\rho$  получена как

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2}; \quad (2.4)$$

где  $\rho_{см} = 0,6$  мм. – заготовительная не соосность;

$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot \ell = 0,05 \cdot 640 = 32 \text{ мкм} \approx 0,032 \text{ мм}$  - коробление продольное;

погрешность зацентровки;

$\rho_{ц} = 0$  - т.к. установка на всех операциях в люнетах она равна.



Рисунок 2.1 - Припуски на поверхность 100п6 мм

Таблица 2.1 – Результат по расчету припуска и размеров на точную поверхность  $\varnothing 100h6$   $\begin{matrix} 0,045 \\ 0,023 \end{matrix}$

Технологические переходы	Элементы припуска, мкм			Припуск $2Z_{\min}$ , мкм	Расчетные размеры $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Предельные размеры, мкм		Предельный припуск, мкм	
	Rz,	T	$\rho$				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Штамповка	250	250	0,6		104,227	1800	102,4	104,227	-	-
Токарная черновая	40	40	0,036	2·850	100,987	460	100,53	100,987	1900	3240
Токарная получистовая	25	25	0,024	2·1361	100,445	190	100,26	100,445	272	542
Шлифование -черновое	6	10	0,012	2·74	100,153	46	100,107	100,153	148	292
Шлифование -чистовое	1	5	-	2·42	100,045	22	100,023	100,045	84	108

### 2.3 Разработка технологического маршрута и план изготовления

По таблицам 1-5 из [6] для всех поверхностей определяем технологические переходы и заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Переходы по поверхностям

№	точность	габарит	Ra,мкм	Маршрут по поверхностям
1	2	4	3	5
1	IT-12	640	12,5	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О.
2	IT-12	85	12,5	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О.
3	IT-12	140	12,5	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О.
4	IT-12	185	2,5	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О. – Ш. (8; Ra1,25)
5	IT-12	284	2,5	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О. – Ш. (8; Ra1,25)
6	IT-12	116	12,5	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О.
7	IT-12	90	12,5	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О.
8	IT-12	640	12,5	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О.
9	IT-6	80	0,63	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О. – Ш. (8; Ra1,25) - Ш.чист. (6; Ra0,63)
10	IT-6	86	0,63	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О. – Ш. (8; Ra1,25) - Ш.чист. (6; Ra0,63)
11	IT-8	96	3,2	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Р. з.(8; Ra3,2) - Т.О.
12	IT-6	100	1,25	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – Т.О. – Ш. (8; Ra1,25) - Ш.чист. (6; Ra0,63)
13	IT-6	96	0,63	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – ТО – Ш. (8; Ra1,25) - Ш.чист. (6; Ra0,63)
14	IT-7	86	1,25	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – ТО – Ш. (8; Ra1,25)
15	IT-7	82	1,25	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – ТО – Ш. (8; Ra1,25)

Продолжение таблицы 2.2

1	2	4	3	5
16	IT-11	72	12,5	ЗН(10; Ra2,5)- ТО –3.Ш. (8; Ra1,25)
17	IT-8	10	2,5	ЗН(10; Ra2,5)- ТО
18	IT-8	16	3,2	С. (12; Ra12,5)- Рз.(8; Ra3,2) – ТО
19	IT-12	2,5	12,5	Т.ч. (12; Ra12,5)- Т.чист (10; Ra3,2) – ТО
20	IT-94	12	12,5	Т.чист (10; Ra3,2) – ТО
21	IT-20	8	3,2	Ф.(8; Ra3,2)
22	IT-80	13	6,3	Ф.(11; Ra3,2)
23	IT-91	13	12,5	Ф.(8; Ra3,2)
24	IT-12	11	12,5	Ф.(11; Ra3,2)
25	IT-20	8	3,2	Ф.(8; Ra3,2)
26	IT-70	13	6,3	Ф.(12; Ra3,2)
27	IT-5	12	12,5	Т.чист (10; Ra3,2) – ТО

Название переходов: Ф – фрезерование концевой фрезой;

Рз – резбонарезание;

Т- точение;

Т.ч. – точение чистовое;

Ш. – шлифование;

ТО – термообработка (нормализация);

ЗН – зенкование.

#### 2.4. Технологический маршрут

При разработке маршрута технологии изготовления вала необходимо соблюдать рекомендации по [6]. Выбранные операции заносим в таблицу 2.3.



Таблица 2.3 – Маршрут обработки вала

№ операции	Название операции	Наименование переходов	Номера обрабатываемых поверхностей	ТТ	Ra
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная (штамповка)	-	все	16	20
005	Токарная (черновая, получистовая)	Установ А Точение черновое	3,2,4,12,13,14,1 5,19,1	12	12,5
		Установ Б Точение черновое	11,10,9,5,6,7,8	12	12,5
		Точение получистовое	11,10,9,5,6,7	9	3,2
		Нарезание резьбы	11	8 ст.т.	3,2
		Установ Б Точение получистовое	12,20,13,3,14,15 ,2,19	9	3,2
010	Термообработка (отжиг)	-	-		
015	Токарная чистовая	Установ А фрезеровать шлицы	15,16	11	3,2
		Сверлить отв.	18	12	6,3

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
015	Токарная чистовая	Нарезать резьбу	18	7	3,2
		Установ Б фрезеровать шпоночный паз	21,23,25	8	3,2
			25	12	6,3
020	Термообработка				
025	Круглошлифовальная	Установ А Шлифование черновое	3,13,14	7	1,25
		Установ А Шлифование черновое	10,7,9,12	7	1,25
		Шлифование чистовое	10,7,9,12	6	0,63
		Установ В Шлифовать начисто	3,13,14	6	0,63
030	Моечная				
035	Контрольная				

Таблица 2.4 - Оборудование по операциям

№ операции	Название операции	Оборудование
1	2	3
000	Заготовительная (штамповка)	Пресс
005	Токарная (черновая, получистовая)	Токарный

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
		обрабатывающий центр 1740С
010	Термообработка (отжиг)	-
015	Токарная чистовая	Токарный обрабатывающий центр 1740С
020	Термообработка	
025	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М152ВМ
030	Моечная	Моечная машина
035	Контрольная	Стол

Для всех операций используется база – цилиндрическая наружная поверхность вала.

## 2.5. Средства технологического оснащения

Приспособления для зажима заготовок, режущий инструмент для всех переходов и станки сведены по операциям в таблицу 2.5.

## 2.6. Разработка технологических операций

### 2.6.1. Расчет режимов резания

Проектирование операции проведем для токарной 005. На ней проводится последовательное черновое обтачивание с двух сторон с переустановом, затем чистовая обработка по контуру.

Таблица 2.5 - Выбор средств технического оснащения.

№ оп.	Наименование и модель оборудования	Приспособление	Инструмент	Контрольный инструмент
1	2	3	4	5
00	Заготовительная (штамповка)			
005 У А П1,2	Токарный обрабатывающий центр 1740С	Патрон 7102-0081 ГОСТ 24351-80; люнет самоцентрирующий;	Резец РТТNR 2525M22 Т5К10 ТУ 2-035-892-82; PCLNR 2525M16 Резец Т5К10 ТУ 2-035-892-82	Штангенциркуль ШЦЦ-II-125-0,01 ГОСТ 166-89
005 У Б П 1,2	Токарный обрабатывающий центр 1740С	Патрон 7102-0081 ГОСТ 24351-80; люнет самоцентрирующий	Резец канавочный 035-2128-0558 Т14К8 ОСТ 2И10-8-84; Резец резьбовой 2660-0003 Т15К6 ГОСТ 18885-73	Штангенциркуль ШЦЦ-III-500-0,01 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5
010	Печь, ванна			
015 У А П1,2	Токарный обрабатывающий центр 1740С	Патрон 7102-0081 ГОСТ 24351-80; люнет самоцентрирующий	Фреза дисковая 2240-0415 ГОСТ 3755- 78	Шлицевые калибры кольца d8x112H7x125H12 x18 ГОСТ 24959-81
015 У А П 3	Токарный обрабатывающий центр 1740С	Патрон 7102-0081 ГОСТ 24351-80; люнет самоцентрирующий	2301-3797 Сверло Р18 ГОСТ 10903-77 ; 2310-0873 Сверло 15 Р18 ОСТ 2И20-7-80	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89
015 У А П 4	Токарный обрабатывающий центр 1740С	Патрон 7102-0081 ГОСТ 24351-80; люнет самоцентрирующий	2629-2113 Метчик ГОСТ 17928-72	Головка микрометрическая цифровая 0-25 ГОСТ 6507-90 Точность 0,001
015 У Б	Токарный обрабатывающий центр 1740С	Патрон 7102-0081 ГОСТ 24351-80; люнет самоцентрирующий	Фреза 2240- 0415 ГОСТ 3755- 78	

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5
020	Термообработка			
025 У А	Круглошлифовальный станок 3М152ВМ	Патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71; Хомутик 7107-0045 ГОСТ 2578-70; люнет ТНЛЗ	Круг 12V5-20 75x10,0x20x5 ГОСТ 17123-85	Микрометр МРИ 200-0,002 ГОСТ 4381-87; Скоба СИ 100 ГОСТ 11098-75
025 У Б	Круглошлифовальный станок 3М152ВМ	Патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71; Хомутик 7107-0045 ГОСТ 2578-70; люнет ТНЛЗ	Круг 12V5-20 75x10,0x20x5 ГОСТ 17123-85	Микрометр МРИ 200-0,002 ГОСТ 4381-87; Скоба СИ 100 ГОСТ 11098-75
030	Камерная машина			
035	Контрольный стенд			

В конце операции прорезаются канавки под выход инструмента и нарезается резцом резьба.

Для чернового точения:

1) Глубина резания, мм:  $t = 1,3$  мм.

2) По [14] продольная подача:  $S = 0,4$  мм/об.

3) Для точения упорным резцом (твердый сплав Т10К4) расчетом скорость резания:

$$V_p = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \cdot K_v, \quad (2.5)$$

где  $C_v$ ,  $m$ ,  $x$ ,  $y$  – коэффициенты,  $C_v=350$ ,  $m=0,2$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,35$  [14];

$T$  - период стойкости проходного резца,  $T=90$  мин. [табл. 49, 13];

$K_v$  – суммарный коэффициент для расчета скорости резания, который учитывает ряд условий резания

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{cv}, \quad (2.6)$$

где  $K_{mv}$  – коэффициент для состояния поверхности обрабатываемого материала,  $K_{mv}=0,8$  [табл. 2, 31];

$K_{uv}$  – коэффициент для материала режущей части инструмента,  $K_{uv}=1,4$  [табл. 6, 13];

$K_{cv}$  – коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал,  $K_{cv}=1,53$  [13].

При помощи найденных значений определим общий поправочный коэффициент по формуле (2.6) и подставим его в формулу (2.5) для нахождения скорости резания.

$$K_v = 1,53 \cdot 1,4 \cdot 0,8 = 1,097.$$

$$V_p = \frac{350}{90^{0,2} \cdot 1,3^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,097 = 207 \text{ м/мин.}$$

4) Число оборотов заготовки в минуту:

$$\Pi_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi D}, \quad (2.7)$$

где  $D$  – диаметр поверхности,  $D=100$ мм.

$$n_p = \frac{1000 \cdot 207}{3.14 \cdot 100} = 658 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка [13] принимаем фактическое число оборотов шпинделя в минуту равным расчетному (бесступенчатое регулирование).

4) Зная теперь фактические обороты и оборотную подачу, определяем минутную подачу. Ее необходимо сравнить с паспортными данными станка:

$$S_{\text{мин}} = S \cdot n_{\text{ф}}, \quad (2.8)$$

$$S_{\text{мин}} = 0,4 \cdot 6580 = 263 \text{ мм/мин.}$$

5) Сила резания с мощностью резания при точении определяются по следующим формулам:

Для тангенциальной составляющей силы резания

$$P_z = 10 C_p t^x S^y v^n K_p, \quad (2.9)$$

где  $C_p, x, y, n$  – учитывают особенности обработки;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий геометрию и вид режущего инструмента, материал заготовки и т.д.

$$P_z = 300 \times 1.3 \times 0,4^{0,9} \times 207^{-0,15} \cdot 0,83 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 0,87 = 617 \text{ Н} .$$

При точении эффективная мощность резания:



$$N = P_z v / (1020 \cdot 60), \quad (2.10)$$

$$N = 316 \cdot 207 / (1020 \cdot 60) = 2,1 \text{ кВт}$$

Сравним с паспортным значением мощности станка 1740С.

Проверим выполнение следующего условия:

$$N_{p \max} \leq N_э \cdot \eta_{ст}, \quad (2.11)$$

где  $N_{p \max}$  – мощность резания по максимальному припуску,  $N_{p \max} = N_{Pz} = 2,1$  кВт;

$N_э$  – мощность электродвигателя станка,  $N_э = 10$  кВт [13].

Подставив значения в (2.11) получаем:

$$2,1 < 10 \cdot 0,75;$$

$$0,53 < 7,5.$$

Т.к. условие (2.11) выполняется, то делаем вывод: на выбранном оборудовании можно проводить черновую обработку для рассчитанных режимов резания.

Для остальных переходов расчет проводится аналогично.

## 2.6.2. Расчет норм времени

Для серийного производства техническая норма времени задается штучно-калькуляционным для выполнения операции по формуле:

$$T_{шт} = T_{шт} + \frac{T_{н.з.}}{n} \quad (2.12)$$

где:  $T_{шт}$  – штучное время обработки одной детали на данном оборудовании, мин;

$T_{п.з.}$  – подготовительно-заключительное время на данную операцию, которое нормируется на партию деталей, мин;

$n$  – число деталей в партии на которую нормируется подготовительно-заключительное время.

Штучное время в свою очередь определяется по следующей формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_в + T_{обсл} + T_{отд} \quad (2.13)$$

где:  $T_0$  – время на непосредственное проведение операции, т.е. на изменение формы, размеров и качества поверхности, обрабатываемой на данной операции;

$T_в$  – вспомогательное время. Оно включает времена на установку/закрепление заготовки, открепление/снятие заготовки, на приемы управления обработкой;

$T_{обсл}$  – время на обслуживание (техническое и организационное) станка (время на смену инструмента, на смазку станка, на уборку стружки и т.д.);

$T_{отд}$  – время и личные надобности рабочего, обслуживающего данный станок.

Определяем все составляющие из формулы (2.12):

1) Основное время для операции точения определяем по формуле(черновой инструментальный переход):

$$T_0 = \frac{l_p + l_n + l_n}{Sn} \quad (2.14)$$

где  $l_p$  – длина обрабатываемых шеек, (установ А:  $l_p = 85+55+45+2+5+284=478$  мм; установ Б:  $90+3+26+5+2=126$  мм; нарезание резьбы: 5 проходов на длине

55 мм (275 мм); прорезание канавок на глубину 4 мм (для двух канавок 8 мм);

$l_n$  – длина недовода,  $l_n = 2$  мм;

$l_n$  – длина перебега,  $l_n = 2$  мм;

$S, n$  – подача и частота вращения заготовки, мм/об, об/мин.

Подставим найденные значения в формулу, нескольких ходов (2.14) и получим:

Черновая обработка:

Установ А:  $T_0 = 1,8$  мин.; Установ Б:  $T_0 = 0,5$  мин.;

Чистовая обработка:

Установ А:  $T_0 = 2,1$  мин.; Установ Б:  $T_0 = 0,56$  мин.;

Резьбонарезание:  $T_0 = 0,4$  мин.

Прорезание канавок:  $T_0 = 0,05$  мин.

Суммарно основное время составит:  $T_0 = 5,41$  мин.

2) Вспомогательное время на данной операции [9, прил. 5], включает следующие составляющие:

- включить рабочий ход –  $3 \cdot 0,01$  мин для трех установов;
- включить холостой ход –  $3 \cdot 0,01$  мин для трех установов;
- установить заготовку в зажимной патрон и люнеты, закрепить, открепить и снять заготовку трех установов –  $3 \cdot 0,5$  мин;
- очистить заготовку от стружки –  $0,03$  мин.

Таким образом, вспомогательное время для данной операции для двух установов в среднесерийном производстве будет равно:

$$T_g = (0,03 + 0,03 + 1,5 + 0,03) \cdot 1,85 = 4,44 \text{ мин.}$$

где:  $1,85$  – поправочный коэффициент для среднесерийного производства.

3) Время на обслуживание - организационное и техническое станка, и время на личные надобности и отдых.

Согласно [9] это время можно определить из следующего соотношения:

$$T_{обсл.} + T_{отд.} = \frac{P_{обсл.отд.} \cdot (T_o + T_v)}{100} ; \quad (2.16)$$

где:  $P_{обсл.отд.}$  – затраты на все обслуживание рабочего места, а также на отдых в процентах,  $P_{обсл.отд.} = 8\%$  [9, прил.5].

Подставим найденное значение в формулу и получим:

$$T_{обсл.} + T_{отд.} = \frac{(5,41 + 4,44) \cdot (2,3 + 2)}{100} = 0,42 \text{ мин.}$$

Теперь, по формуле (2.13), можно определить штучное время обработки детали:

$$T_{шт.} = 5,4 + 4,44 + 0,42 = 10,26 \text{ мин.}$$

4) Согласно [9, прил. 6] подготовительно-заключительное время на операцию точения для партии деталей из 6 шт. составляет 12 мин.

Таким образом, были определены все составляющие формулы (2.11) и теперь можно определить штучно-калькуляционное время выполнения данной операции:

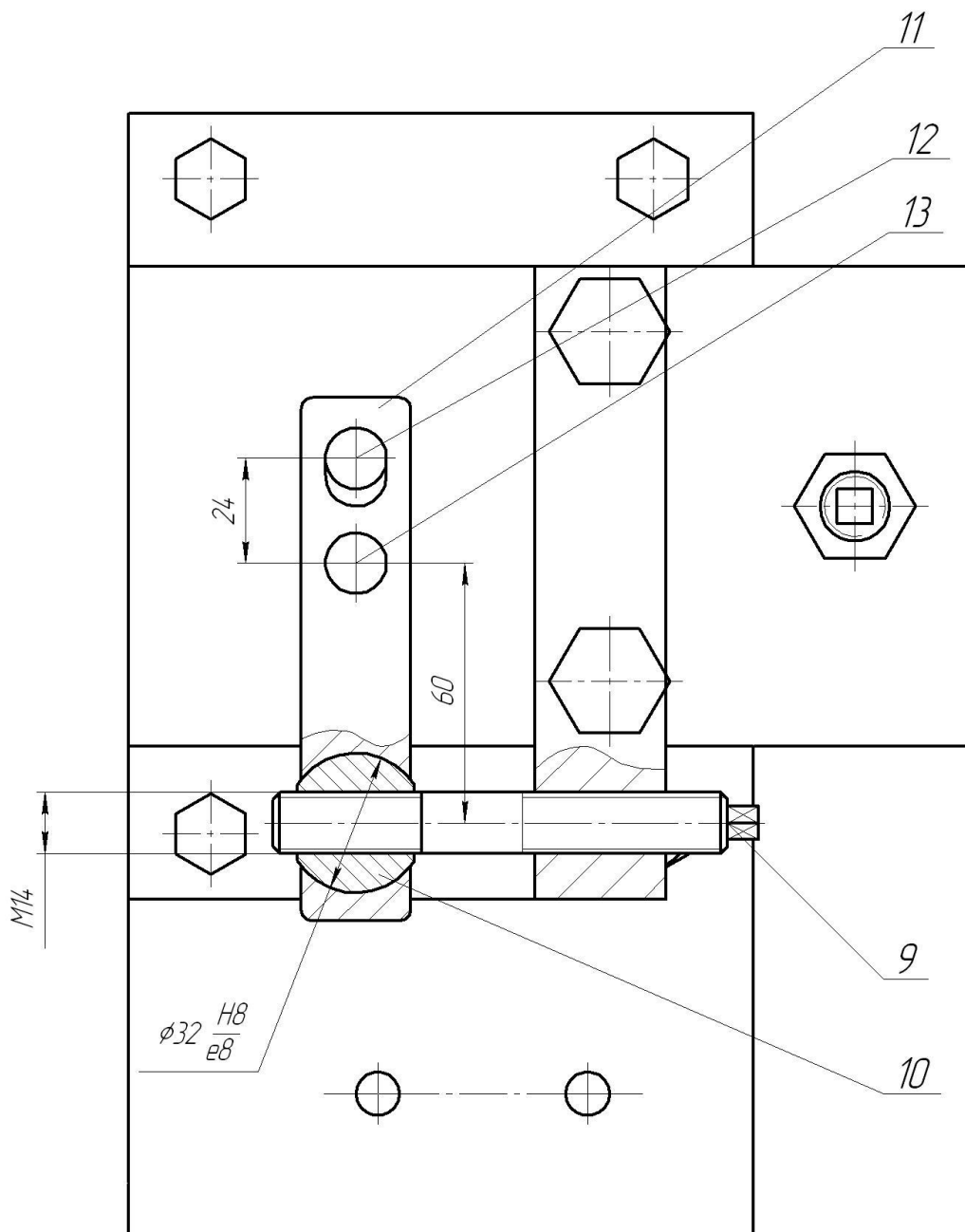
$$T_{шт.} = 10,26 + \frac{12}{6} = 12,3 \text{ мин.}$$

### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Система выверки люнетов

Механизм выверки самоцентрирующих люнетов используется для их настройки. Она заключается в установку всех люнетов на одну технологическую ось. База настроечная – ось шпинделя в передней бабке, которая реализуется самоцентрирующим патроном и ось пиноли задней бабки. В ней точка оси реализуется за счет установки центра. Вот на этой оси с заданной погрешностью (не более 0,012 мм) должны быть выставлены на токарных операциях люнеты в количестве двух штук.

Самоцентрирующие люнеты в данном конкретном сечении за счет своего центрирующего механизма (клинового-рычажного) проводят центрирование заготовки с собственной погрешностью 0,003 мм. Они крепятся на подставках опорах 1 в виде плиты с прорезями для крепежных элементов (рисунок 3.1). Сама опора зафиксирована на подвижной направляющей 2, которая по ходовой посадке установлена в корпусе 5 и плите 3. Она имеет возможность смещаться внутри корпуса 5 за счет комбинированного рычажно-винтового механизма. В неподвижном кронштейне 6 в резьбовом отверстии установлен винт 9. На противоположном конце винта 9 по посадке с натягом установлена цилиндрическая опора 10, которая может поворачиваться в отверстии рычага 11. Сам рычаг 11 на оси 13, заштифтованной в верхнюю плоскость корпуса 5 может поворачиваться. В противоположном конце рычага 11 в продольном пазу установлена свободно ось 12, которая зафиксирована в направляющей 2. На боковой поверхности корпуса 5 в отверстии вкручивается фиксирующий винт 17.



9 – винт; 10 – опора; 11 – рычаг; 12 – ось; 13 - ось  
 Рисунок 3.1- Схема рычажного механизма выверки

При вращении винта 9 вручную или от шагового двигателя рычаг 11 поворачивается на оси 13 и через ось 12 перемещает направляющую 2. После выверки люнета происходит фиксация направляющей 2 винтом 17.

Система выверки работает следующим образом. При выверке люнетов на одну ось их прихватывают винтами на опорах 1 и зажимают

по оправке, установленной в центрах станка. За счет того, что люнеты не жестко фиксированы на опорах 1 они самоустанавливаются по оправке, после чего их закрепляют жестко. Направляющая 2 при этом находится в зафиксированном винтами 17 в среднем положении. В случае необходимости после раскрепления винтов 17 винтовым механизмом (винт 9) задают перемещение направляющей 2.

Расчет включает в себя определение момента крутящего на винте поз. 9 для комбинированного рычажно-винтового механизма.

Данное усилие необходимо для перемещения направляющей с люнетом при его выверке. Для этого достаточно преодолеть силу трения. Исходя из массы люнета с опорами (35 кг.), коэффициента трения металл по металлу ( $f=0,2$ ), определяем силу трения

$$F = N \cdot f = m_c \cdot g \cdot f , \quad (3.1)$$

где  $m_c$  – масса системы (35 кг.);

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;

$N$  – реакция опоры, Н.

$$F=35 \cdot 9.8 \cdot 0.2=70 \text{ Н.}$$

На приводе соответственно необходимо с запасом создать усилие регулировки:

Соответственно, усилие на винте составит для комбинированного зажима:

$$Q = F \frac{l + rf_o}{l_1 - rf_o}, \quad (3.2)$$

где  $l$  – длина меньшего рычага,  $l=19$  мм;

$l_1$  – длина большего плеча рычага,

$l_1=60$  мм;  $r$  – диаметр оси, м;

$f_o$  – коэффициент трения. После подстановки всех данных получаем  $Q=70$  Н.

На винте 9 момент крутящий

$$M_p = Q \frac{d_{CP}}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{PP}), \quad (3.3)$$

где  $d_{CP}$  – средний диаметр резьбы, 0,014 м;

$\alpha$  – угол подъема резьбы, °;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{\pi d_{CP}} = \frac{0,25}{3,14 \cdot 14} = 5,68;$$

$t$  – шаг резьбы, 0,0025 м;

$$\operatorname{tg} \varphi_{PP} = \frac{f}{\cos \beta} = 0,23 - \text{приведенный коэффициент трения для заданного}$$

профиля резьбы;

$f$  – коэффициент трения на плоскости, 0,2;

$\beta$  – половина угла при вершине профиля резьбы, 30°.

После подстановки всех данных получаем  $Q= 22$  Н,  $M_p=7297$  Нм.

### 3.2. Расчет и проектирование контрольной оптической системы выверки опор

Перед обработкой вала необходимо выставить все самоцентрирующие люнеты (СЦЛ) по одной оси, причем эта ось должна быть параллельна траектории движения инструмента (или по другому - направляющим станины) с точностью в пределах 0,006 мм (1/3 часть допуска на размер ).



Для установки СЦЛ на одну ось каждый люнет имеет один регулирующий положение люнета механизм: по горизонтали. По вертикали регулировка может проводится несущей балкой имеющий механизм подъема. Эти регулирующие механизмы выполнены в виде комбинации двух элементов винтовых - рычажных.

При регулировке положение люнетов определяется по сигналам с датчиков SZ (вертикальное перемещение) (если есть) и SY (горизонтальное перемещение). Сигналы поступают в блок управления с соответствующим усилением, где происходит анализ сигнала с датчиков с учетом сигнала с фотоэлемента.

При выверке каждого люнета порядок действий следующий (рисунок 3.2). Предварительно в патроне закрепляется специальная оправка с лазерным источником №1 и призмой. Призма необходима для создания второй «идеальной» направляющей в виде лазерного луча параллельного лучу вдоль оси технологической системы. В пиноли задней бабки закрепляется оправка с фотоэлементом №1 и источником №2. В резцедержателе закрепляется фотоэлемент №2. Включить источник №2 и, вращая патрон, совместить отверстие в оправке с его лучом, снимая показания с фотоэлемента №1. После этого выключается источник №2 и включается №1. На фотоэлементе №1 фиксируется сигнал (напряжение) и положение центра пучка  $U_0(x_1, x_2)$ . Источник №1 выключается и включается №2. Перемещением фотоэлемента №2 обеспечивается и регистрируется  $U_{02max}(x_1, x_2)$ . Источник №2 выключается и включается №1.

В люнете зажимается кольцо с втулкой, на противоположных торцах которой сделаны два отверстия диаметром 0,2мм. При прохождении луча через втулку, если возникает какой либо перекос ее или смещение, сигнал с фотоэлемента будет отличаться от исходного (который снимается, когда втулок на пути луча нет). В блоке управления перемещением отрабатываются перемещения в функции увеличения сигнала на фотоэлементе до тех пор,

пока сигнал с фотодатчика не примет первоначального значения и положения.

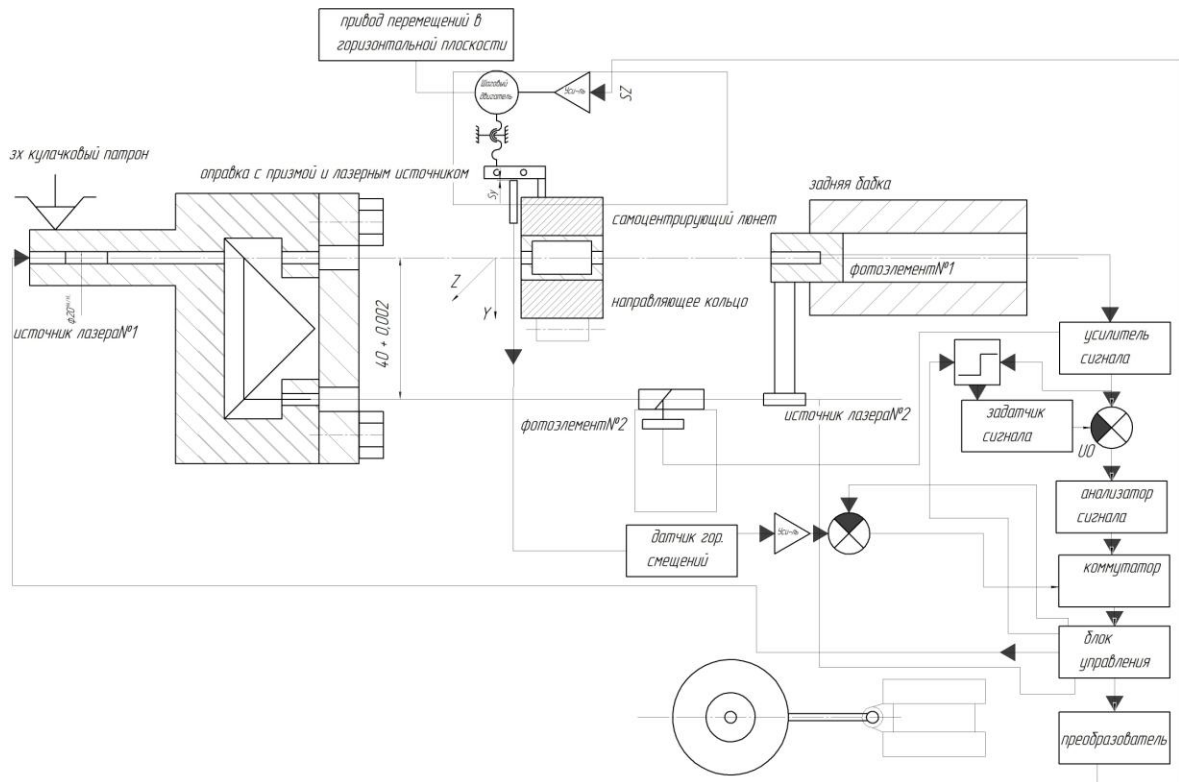


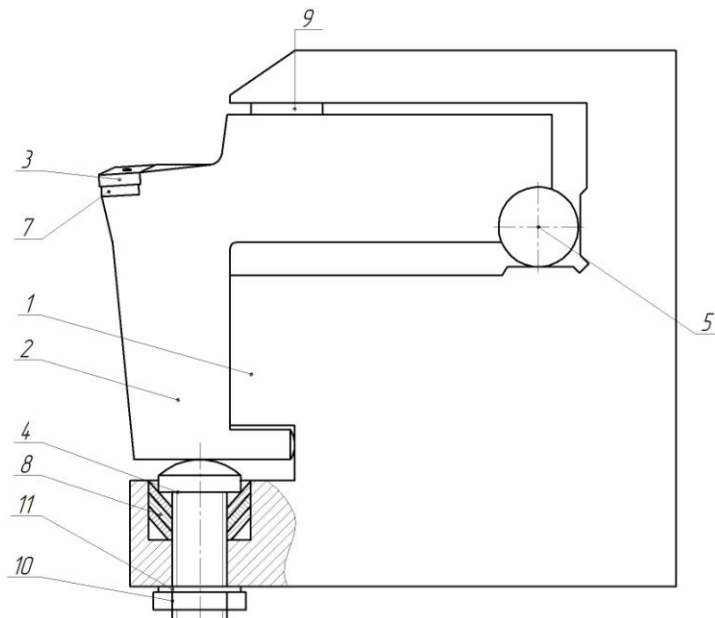
Рисунок 3.2 – Схема выверки

Для того чтобы сформировать идеальную направляющую в задней бабке устанавливается оправка с фотоэлементом и лазерным источником №2. Вращением патрона добиваемся совмещения лазерного луча с отверстием в оправке с призмой. При этом сигнал с фотоэлемента №1 должен увеличиться в 2 раза (при условии использования лазерных источников одинаковой мощности). При включении источника №1 регистрируется показания фотоэлемента №2. При включении источника №2 регистрируется смещение центра пучка от первоначального положения ( $dx_1$ ,  $dx_2$ ).

Данный алгоритм повторяется для всех люнетов, а для направляющей непрерывно по всей длине обрабатываемой детали.

### 3.3 Проектирование токарного резца

Цель использования данного резца - повысить точность настройки системы. Обеспечивается это путем смещения резца в процессе резания на обрабатываемую поверхность вала под действием составляющей силы резания. На рисунке 3.3 показано устройство для настройки станочной системы. Оно содержит корпус 1 с поворотной державкой 2 несущей режущую пластину 3. Державка 2 опирается на подпружиненную регулируемую опору 4 со сферической головкой. Ось 5 поворота державки при обработке совпадает с направлением подачи, и расположена ниже режущей кромки режущей пластины 3. В процессе обработки составляющая силы резания  $P_z$  поворачивает корпус 2 вокруг оси 5.



1 – корпус; 2 – державка; 3 – пластина; 4 – опора; 5 – ось; 6 – винт; 7 – опорная пластина; 8 – пружина; 9 – пластина; 10 – гайка; 11 – шайба

Рисунок 3.3 - Эскиз резца

В результате вершина резца перемещается на обрабатываемую поверхность вала. Но одновременно составляющая  $P_y$  силы резания, деформируя систему СПИЗ, перемещает вершину резца обратно. Таким образом, обеспечивается автоматическая компенсация системы СПИЗ в направлении образования размера обработки. Для настройки устройства на обработку деталей с различными режимами и соотношением составляющих сил резания опора 4 выполнена регулируемой. Для этого предусмотрены сжимаемые регулировочной гайкой 10 пружины 8.

За счет этого можно увеличить режим резания – подачу. Измененные данные по обработке приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1- Данные для расчета

Параметры	Вариант проектный	Вариант базовый
Операция	Токарная	Токарная
Станок	Токарный обрабатывающий центр 1740С	Токарный обрабатывающий центр 1740С
Приспособление	Патрон трехлапчатый поводковый	Патрон трехлапчатый поводковый Люнеты самоцентрирующие
Инструмент	Резец контурный Т5К10	Резец подпружиненный контурный Т5К10
Время	$T_0=8,6$ мин $T_{шт-к}=15,9$ мин	$T_0=5,41$ мин $T_{шт-к}=12,3$ мин

## 4 Безопасность и экологичность работы

В разделе описывается выбранное оборудование, операции и соответствующие вредные и опасные факторы. Приведены мероприятия для снижения вредных воздействий к минимуму.

Тема БР: «Технологический процесс изготовления вала сквозного лебедки»

Все мероприятия по анализу вредных воздействий проведены по методике из [1].

### 4.1 Назначение участка

Данный участок используется для изготовления «вала сквозного лебедки».

### 4.2 Планировка рассматриваемого участка

На рисунке 4.1 приведена планировка участка для изготовления вала лебедки. В связи с концентрацией технологических переходов и простой формой детали типов станка два в соответствии с этапами технологического процесса: лезвийная черновая и получистовая обработка, и абразивная чистовая.

Особенность технологии в том, что используется токарный обрабатывающий центр, который позволяет совместить точение (черновое, чистовое), фрезерование пазов, шлицов, сверление отверстий с нарезанием резьбы осевым инструментом.

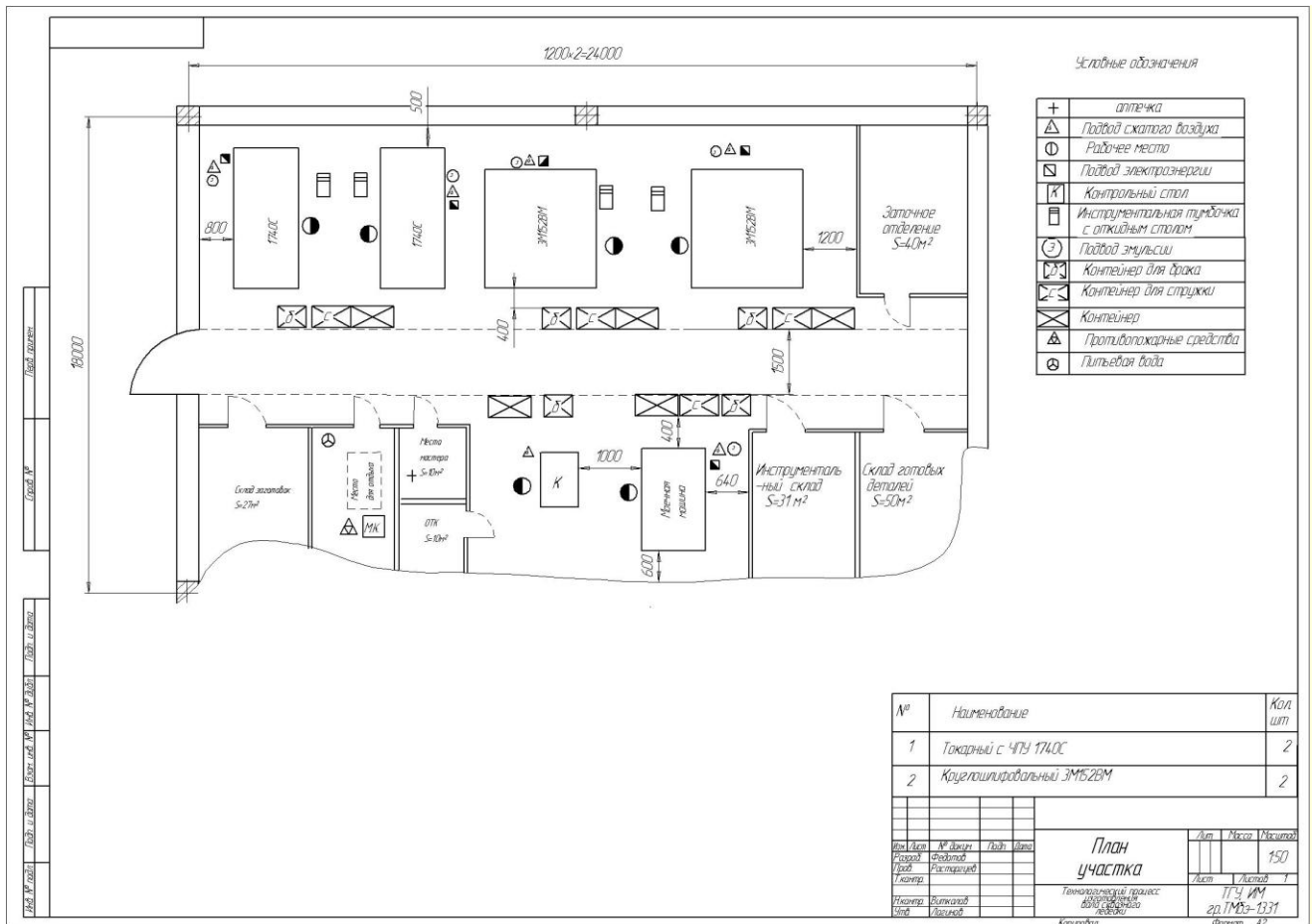


Рисунок 4.1 – Планировка участка

### 4.3 Технологическое оборудование

Наименование и количество оборудования представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 –Оборудование

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Токарный обрабатывающий центр 1740С	2
2	Круглошлифовальный станок 3М152ВМ	2
Итого:		4

Таблица 4.2 – Технологический маршрут изготовления вала лебедки

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
Кузнечный	000	Заготовительная (штамповка)	Гидравлический пресс	Получение заготовки
Механический	005	Токарная (черновая, получистовая)	Токарный обрабатывающий центр 1740С	Точение черновое: 3,2,4,12,13,14,15,19,1, 11, 10, 9, 5, 6, 7, 8
				Точение получистовое: 11,10,9,5,6,7,12,20,13,3,14,15,2,19
				Нарезание резьбы: 11
Термический	010	Термообработка	-	Отжиг заготовки
Механический	015	Токарная чистовая	Токарный обрабатывающий центр 1740С	Сверлить отверстия и нарезать резьбу:18 фрезеровать шпоночный паз: 21,23,25 фрезеровать шлицы:15,16
Термический	020	Термообработка	-	закалка заготовки
Механический	025	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М152ВМ	Шлифование черновое: 3,13,14 10,7,9,12
			Круглошлифовальный станок 3М152ВМ	Шлифование чистовое: 3,13,14 10,7,9,12
Механический	030	Моечная	-	Промывка
Механический	035	Контрольная	-	Контроль

Для токарных и шлифовальных операций была разработана установка для центрирования заготовки вала и спроектирован резец с возможностью гашения вибраций в зоне резания. Анализ вредных факторов проведем для 005 токарной и 025 круглошлифовальной операций.

## 4.2 Анализ вредных производственных факторов.

Таблица 4.3 – Опасные и вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Токарные	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подвижные части производственного оборудования.</li> <li>2. Пыль, токсические, раздражающие испарения СОЖ</li> <li>3. Повышенный уровень шума на рабочем месте.</li> <li>4. Повышенный уровень вибрации.</li> <li>5. Высокая температура в зоне резания</li> <li>6. Замыкание высокого напряжения на токопроводящие части станков</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ограждение оборудования, защитный экран</li> <li>2. Применение приточно-вытяжной вентиляции, очки защитные.</li> <li>3-4. Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания</li> <li>5. Перчатки, Использование СОЖ</li> <li>6. Заземление. Системы защитного отключения</li> </ol>
2	Термическая	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пыль, загазованность, токсические, раздражающие испарения масел.</li> <li>2. Высокая температура печи, материала заготовки. Тепловой поток.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Комбинированная система общей вентиляции и местная вытяжка</li> <li>2. Воздушно-пенный огнетушитель ОВП(Н,С)-100(з) ; щит пожарный ЩП-Б. Противодымная вентиляция</li> </ol>
3	Шлифовальные	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мелкая металлическая стружка, токсические, раздражающие испарения СОЖ</li> <li>2. Повышенный уровень шума на рабочем месте.</li> <li>3. Высокая температура в зоне резания</li> <li>4. Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экран рабочей зоны; местная вытяжка в рабочей зоне</li> <li>2. Балансировка круга; виброопоры</li> <li>3. Активное охлаждение при помощи СОЖ</li> <li>4. Организация общего освещения участка и локального освещения рабочей зоны</li> </ol>

В процессе выполнения раздела были выявлены вредные и опасные факторы на проектируемом участке и предложены меры по их снижению их вредного воздействия.



## 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.

В рамках данной работы разрабатывается технологический процесс изготовления вала сквозной лебедки, подробное описание которого представлено в предыдущих разделах.

Предложение по совершенствованию процесса изготовления заключается в замене 3-хулачкового поводкового патрона, применяемого при выполнении токарной операции на токарном обрабатываемом центре 1740С, на 3-хулачковый поводковый патрон с самоцентрирующим люнетом.

Данное совершенствование технологического процесса позволяет сократить основное время на 3,19 минуты, т.е. с 8,6 минут, необходимых для выполнения базового варианта токарной операции, на 5,41 минуту, необходимых для проектируемого варианта данной операции. А штучно-калькуляционное время сокращается на 3,6 минуты, т.е. с 15,9 минут – для базового варианта операции, на 12,3 минуты – для проектируемого варианта операции.

Анализируя изменение трудоемкости выполнения описанных совершенствований по операциям (базового и проектного варианта) видно, что время уменьшается на 22,7%, что позволяет сделать предварительное заключение о целесообразности проведения данных изменений. Однако, чтобы иметь полное представление об эффективности этого мероприятия, необходимо провести экономические расчеты, которые позволят получить окончательный ответ на вопрос о целесообразности.

Для этого воспользуемся методикой определения капитальных вложений, методикой определения технологической себестоимости;

методикой калькулирования полной себестоимости и методикой определения экономического эффекта [6], а также, необходимым для соответствующих расчетов, пакетом программного обеспечения Microsoft Excel.

Согласно описанным методикам были получены необходимые значения для определения экономической эффективности, такие как: удельные капитальные вложения (Куд) и полная себестоимость (Сполн), которые представлены на рисунке 5.1.

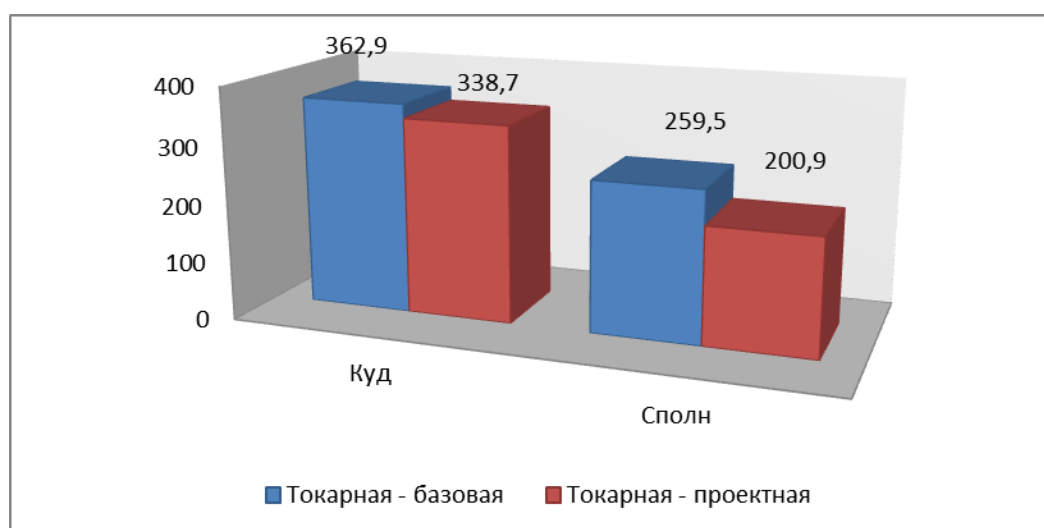


Рисунок 5.1 – Параметры, необходимые для определения экономической эффективности предлагаемого совершенствования операции, руб.

На рисунке представлены величины по сравниваемым вариантам выполнения токарной операции, из которых видно, что капитальные вложение на единицу выпущенной продукции по предлагаемому совершенствованию уменьшаться на 24,2 руб., что составляет 6,7%. Также уменьшится и полная себестоимость производства на 58,6 руб., что составит 22,6%.

Не смотря на то, что проект предполагает приобретение новой оснастки и имеет затраты на проектирование, капитальные вложения по внедрению данного проекта все равно уменьшаются. Такой возможно, если в результате совершенствования было получено существенное сокращение трудоемкости выполнения операции, а данном случае именно так и происходит, т.к. трудоемкость сокращается почти на 25%, а точнее на 22,7%.

Очевидно, при таких изменениях возникает необходимость представить более детальное описание затрат проектируемого варианта выполнения токарной операции. Данные затраты имеют не равнозначные величины, и могут отличаться в разы друг от друга. Поэтому, графически представим значение затрат имеющих входящих капитальные вложения по совершенствованию описанной операции (рисунок 5.1).

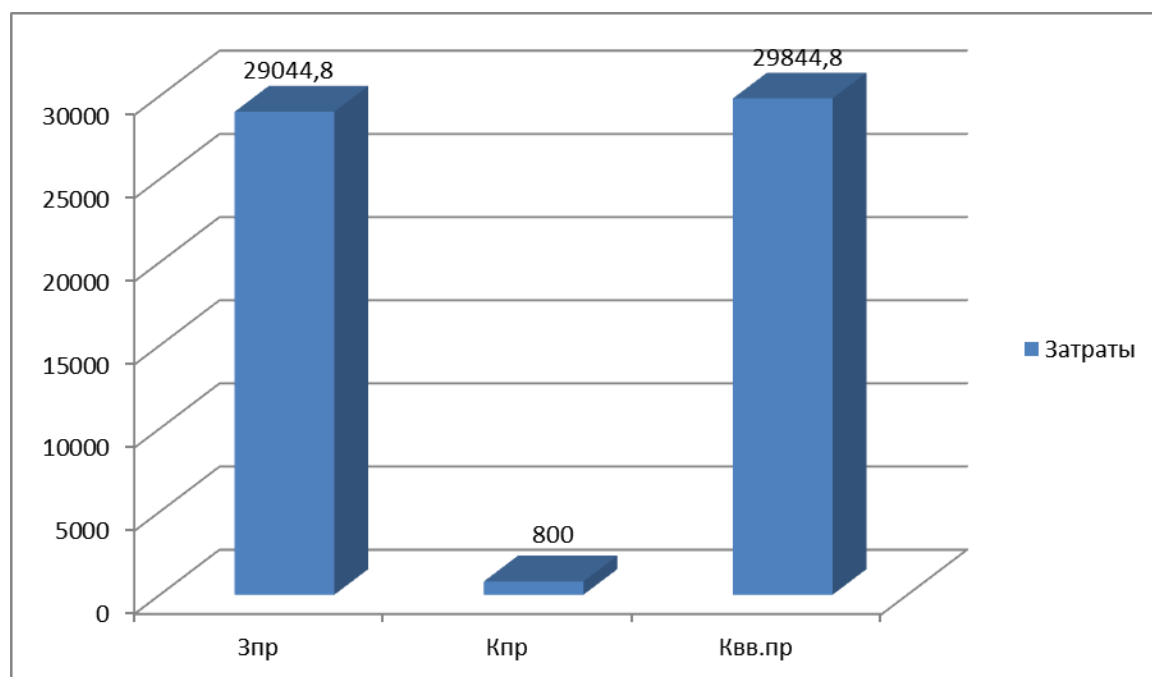


Рисунок 5.2 – Формирование общих капитальных вложений в совершенствование технологического процесса, руб.

Из диаграммы видно, что самыми крупными затратами являются затраты на проектирование – 29044,8 руб., что составляет 97,3% всех затрат на проект. Поэтому они оказывают существенное влияние на итоговую величину капитальных вложений, которая составляет 29844,8 руб.

Используя полученные данные по капитальным вложениям и по изменению полной себестоимости можно обосновать экономическую эффективность предлагаемого совершенствования. Применяя методику оценки экономической эффективности [6], были получены следующие значения:

- чистая прибыль – 23448 руб.;
- срок окупаемости – 2 года;
- интегральный экономический эффект – 5960,3 руб.

Полученные данные позволяют сделать окончательное заключение об эффективности, а значит, внедрение проекта можно считать целесообразным.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе представлен разработанный технологический процесс обработки вала.

Заготовка, полученная из штамповки, правильный выбор баз, применение прогрессивного инструмента позволило получить экономический эффект по сравнению с типовым техпроцессом изготовления.

Для снижения расходов материала, повышения производительности выбрана заготовка – штамповка.

Для повышения производительности спроектирован маршрут обработки из операций с большой концентрацией переходов. Это снижает время вспомогательное, повышает точность.

Для повышения жесткости заготовки, повышения точности обработки, снижения колебаний при резании спроектирована установка для центрирования с жесткой фиксацией в нескольких сечениях вала в люнетах. Для быстрой и точной выверки люнетов спроектирована система выверки.

В итоге получен техпроцесс, обеспечивающий высокую производительность и технические требования чертежа за счет использования самоцентрирующих люнетов и механизма их выверки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балла О. М. Обработка деталей на станках с ЧПУ/ О. М. Балла. - Санкт-Петербург:Лань, 2015. - 364 с.
2. Боровский Г. В. Справочник инструментальщика/Г. В. Боровский[и др.]. - Москва: Машиностроение, 2005. - 463 с.
3. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка/В.В. Ермолаев – М.: Изд-во Академия, 2012. – 320 с.
4. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. пособие/Л.Н. Горина. Тольятти:ТГУ, 2016. –68 с.
5. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении/Ю. М. Зубарев. – С.-Петг.:Лань, 2015. - 320 с.
6. Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей /Н.В. Зубкова, – Тольятти: ТГУ, 2015. –46 с.
7. Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ/ С.Н. Григорьев[и др.]. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.
8. Зуев А. А. Технология машиностроения/А. А. Зуев. - Санкт-Петербург: Лань, 2003. - 496 с.
9. Кирсанов, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов/Г.Н. Кирсанов. –М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.
10. Клепиков В. В. Технология машиностроения / В. В. Клепиков, А. Н. Бодров. - Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. - 859 с.
11. Маслов А. Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента/А. Р. Маслов. -Москва: Машиностроение, 2002. - 251 с.
12. Краткий справочник металлиста/А. Е. Древаль [и др.]. - Москва : Машиностроение, 2005. - 959 с.

13. Панов, А.А. Обработка металлов резанием/ А.А. Панов[и др.] – М.:Машиностроение, 2005. - 784с.
14. Режущий инструмент/ Д. В. Кожевников [и др.]. - Москва:Машиностроение, 2004. - 511 с.
15. Режущий инструмент/Д. В. Кожевников [и др.].- Москва: Машиностроение, 2005. - 526 с.
16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под редакцией А.М. Дальского [и др.]. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.
17. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под редакцией А.М. Дальского [и др.]. - М: Машиностроение-1, 2001. - 944 с.
18. Суслов А. Г. Технология машиностроения/А. Г. Суслов. - Москва: Машиностроение, 2007. - 429 с.
19. Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник/ Р. Таймингс; – М.: Додэка-XXI, 2008.- 336 с.
20. Тайц, В. Г. Технология машиностроения и производство подъемно-транспортных, строительных и дорожных/В. Г. Тайц, В. И. Гуляев. - Москва:Академия, 2007. - 365 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Маршрутная карта



Дубл.																						
Взам.																						
Побл.																						
Разраб.	Федотов																					
Проверил	Расторгуев																					
Утвердил	Логинев																					
Н. контр.	Виткалов																					
	Вал																					
M 01	Сталь 03X18H11 ГОСТ 5632-72																					
	Код	FB	MD	EH	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры			КД	MЗ										
M 02	12	кг	28,1	1	1	0,77	24	Ø102,4x642,8			1	36,5										
A	Цех Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа															
B	Код, наименование оборудования	CM	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	EH	ОП	Кшт.	Гпз.	Гшт.										
A03	000	Штамповка заготовительная																				
B04																						
A05	005	4110 Токарная																				
B06	Токарный обрабатывающий центр 1740С				3	18217	22	1	1	1	1	6	1	12	5,41							
A07	010	5052 Отпуск средний																				
B08																						
A09	015	4110 Токарная																				
B10	Токарный обрабатывающий центр 1740С				3	18217	22	1	1	1	1	6	1	12								
A11	020	5030 Закалка																				
B12																						
A13	025	4131 Круглошлифовальная																				
B14	Круглошлифовальный станок 3M152BM				3	18873	22	1	1	1	1	6	1	15								
A15	035	0125 Промыка																				
B16																						
МК	Маршрутная карта																					



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Операционная карта с картой эскизов









## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация механизма выверки



Инв. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	18.БР.ОТМП.378.65.00.000.СП					
					Лит.	Лист	Листов			
Инв. № подл.	Разраб.	Федотов			Система выверки					
	Проб.	Расторгуев								
Инв. № подл.	Нконтр.	Виткалов			ТГУ, ИМ гр. ТМБЗ-1331					
	Утв.	Логинов								
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата							
Слов. №	Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	Перв. примен.				
						<u>Документация</u>				
						A1	18.БР.ОТМП.378.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
						<u>Детали</u>				
						1	18.БР.ОТМП.378.65.00.001.	Плита	1	
						2	18.БР.ОТМП.378.65.00.002.	Планка	1	
						3	18.БР.ОТМП.378.65.00.003.	Плита-корпус	1	
						4	18.БР.ОТМП.378.65.00.004.	Рычаг	1	
						5	18.БР.ОТМП.378.65.00.005.	Направляющая	1	
						6	18.БР.ОТМП.378.65.00.006.	Планка	1	
7	18.БР.ОТМП.378.65.00.007.	Шарнир	1							
8	18.БР.ОТМП.378.65.00.008.	Винт	1							
9	18.БР.ОТМП.378.65.00.009.	Ось направляющая	1							
10	18.БР.ОТМП.378.65.00.010.	Штифт поворотный	1							
<u>Стандартные изделия</u>										
	11		Болт В.2 М12 х 1,25-6g х 50.58.35х.16 ГОСТ 3033-79	4						
	12		Болт 1 М12 х 1,25-6g х 24.58.35х.16 ГОСТ 7808-70	2						
<p style="text-align: center;">18.БР.ОТМП.378.65.00.000.СП</p>										
<p style="text-align: center;">Копировал <span style="float: right;">Формат А4</span></p>										

ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
Спецификация резца

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документация</i>							
A2			18.БР.ОТМП.378.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1		
<i>Детали</i>							
		1	18.БР.ОТМП.378.65.00.001	Корпус	1		
		2	18.БР.ОТМП.378.65.00.002	Державка	1		
		3	18.БР.ОТМП.378.65.00.003	Режущая пластина	1		
		4	18.БР.ОТМП.378.65.00.004	Винт опорный	1		
		5	18.БР.ОТМП.378.65.00.005	Шарик	1		
		6	18.БР.ОТМП.378.65.00.006	Штифт ступенчатый	1		
		7	18.БР.ОТМП.378.65.00.007	Пластина опорная	1		
		8	18.БР.ОТМП.378.65.00.008	Пластина упругая	3		
		9	18.БР.ОТМП.378.65.00.009	Вставка	1		
<i>Стандартные изделия</i>							
		10		Гайка 1 М20 x 0,75-6Н1240Х16 ГОСТ 5915-70	1		
		11		Шайба А.2.20.08Х18Н12Т.У9 ГОСТ 10371-78	1		
		12		Винт А 2 М3 x 0,25-6g x 6-50.35Х01 ГОСТ 11738-84	1		
<b>18.БР.ОТМП.378.65.00.000.СП</b>							
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Разраб. Федотов							
Проб. Расторгуев							
Н.контр. Виткалов							
Утв. Логинов							
<b>Резец регулируемый</b>					Лист	Лист	Листов
							1
					ТГУ, ИМ гр. ТМБз-1331		
Копировал					Формат А4		