

Аннотация

Технологический процесс изготовления вала погружного насоса. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2022.

В работе представлена технология изготовления вала погружного насоса.

Ключевые слова: деталь, технологический процесс, технологический маршрут, приспособление, технологическое оборудование, внутренние напряжения, экономические расчеты.

В данной бакалаврской работе представлен технологический процесс изготовления вала погружного насоса. В работе проводится анализ исходных данных и определения типа производства, выбираем стратегия разработки технологического процесса, производим выбор технологических баз и методов обработки, разрабатываем технологический маршрут и операционную технологию при этом, используя прогрессивное оборудование, разрабатывается конструкция приспособления для термосиловой обработки снижающее уровень внутренних напряжений в материале путем создания осевой пластической деформации и деформации под действием крутящего момента.

В нашу бакалаврскую работу входит пояснительная записка в количестве 52 страниц, 13 таблиц, 3 рисунков и графическую часть, в количестве 7 листов.

Abstract

The topic of the graduation work is technological process of manufacturing a submersible pump shaft.

The work presents the production technology of a submersible pump shaft.

The graduation work describes in details the part, the technological process, the technological route, the fixture, the technological equipment, the internal stresses and economic calculations.

In this work, we analyze the initial data and determine the type of production, choose a strategy for developing the technological process, select technological bases and processing methods, develop the technological route and operational technology. We use advanced equipment to design a device for thermal power processing which reduces the level of internal stresses in the material by creating an axial plastic deformation and deformation under the action of the torque.

Our graduation work includes an explanatory note on 52 pages, 13 tables, 3 figures and the graphic part on 7 sheets.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Анализ служебного назначения и условия работы детали...	7
1.2 Классификация поверхностей.....	8
1.3 Технологичность детали.....	9
1.4 Задачи работы.....	11
2 Технологическая часть работы.....	12
2.1 Выбор типа производства.....	12
2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса..	12
2.3 Разработка технологического маршрута изготовления детали.....	13
2.4 Выбор средств технического оснащения.....	15
2.5 Расчет режимов резания.....	17
3 Расчет и проектирование приспособления для термосиловой обработки (ТСО).....	19
3.1 Исходные данные.....	19
3.2 Определение допускаемых напряжений.....	20
3.3 Расчет допускаемых осевых усилий.....	21
3.4 Выбор марки стапеля.....	22
3.5 Расчет рабочего усилия создаваемого стапелем.....	23
3.6 Расчет времени охлаждения детали.....	24
3.7 Расчет времени охлаждения стапеля.....	28
4 Безопасность и экологичность.....	31
4.1 Коструктивно-технологическая характеристика объекта...31	31
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	31
4.3 Методы и технические средства снижения рисков.....	33
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	34

4.5	Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	37
5	Экономическая эффективность работы.....	39
	Заключение.....	42
	Список используемой литературы.....	43
	Приложение А Маршрутная карта.....	46
	Приложение Б Операционные карты.....	48
	Приложение В Спецификация.....	52

Введение

«В машиностроении решается широкий спектр задач, в которых основной упор делается на эффективность производства, технический прогресс и качество продукции. От данной отрасли производства зависит благосостояние страны, развитие производства, научно-технический прогресс и т.д. Эффективность производства зависит от опережающего развития производства нового оборудования, машин и станков, метода внедрения методов технического анализа обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок» [6], [21].

Поэтому в машиностроении одной из основных задач является рассмотрение и внесение изменений позволяющих усовершенствовать существующие технологии, оснастки, организации и экономики производства, по возможности, опережающие современный производственный процесс изготовления детали. Для разработки нового с технической и экономической точки зрения технологического процесса проводим детальный анализ уже существующего процесса.

Целью данной бакалаврской работы - является технологический процесс изготовления «Вала погружного насоса», путем разработки перспективного технологического процесса базирующегося на современных достижениях науки и техники и применения методов научного исследования.

Чтобы выполнить нашу цель бакалаврской работы нам нужно будет выполнить следующую задачу, а именно необходимо рассчитать и спроектировать приспособление для ТСО.

«Непрерывный рост объема производства маложестких длинномерных деталей при использовании их в современных агрегатах и машинах обусловлен совершенствованием прочностных расчетов, оптимизацией форм деталей и конструкций, постоянным снижением металлоемкости изделий и возрастающим выпуском высокоточных машин в частности (станков)» [21].

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения и условия работы детали

«Деталь, которая была, задана нам по заданию бакалаврской работы является «Вал погружного насоса» (далее именуемая «вал»). Данная деталь предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к рабочему механизму насоса.

Деталь «Вал» работает в условиях действия радиальной, знакопеременной сосредоточенной нагрузки и крутящего момента, поэтому ее изнашивание происходит медленно.» [12] Масса данной детали 178 кг, длина 2851 мм, следовательно, деталь может быть подвержена короблению в силу своей малой жесткости, как при изготовлении, так и после обработки. Для таких условий работы целесообразно в качестве материала выбрать сталь 12ХГНМ.

«Химический состав и механические свойства на материал детали сталь 12ХГНМ представим в виде таблиц (1, 2)» [10].

Таблица 1 – Химический состав материала

C, %	S, %	P, %	Mn, %	Cr, %	Si, %	Ni, %	Ti, %	Mo, %
0,1-0,14	до 0,03	до 0,03	0,8-1,2	0,5-0,7	0,3-0,5	0,7-1,0	до 0,1	0,5-0,6

Таблица 2 – Механические свойства материала

$\sigma_T \sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	d_5 , %
≥ 490	≥ 686	≥ 17

В конце данного подраздела мы провели анализ выполненной нами работы в подразделе, и пришли к следующему выводу, а именно мы проанализировали служебное назначение и условие работы нашей детали. Задачи данного подраздела считаем выполненными.

1.2 Классификация поверхностей

На чертеже детали расставим номера поверхностей как показано на рисунке (1) и затем полученное количество поверхностей сводим по служебному назначению в таблицу (3).

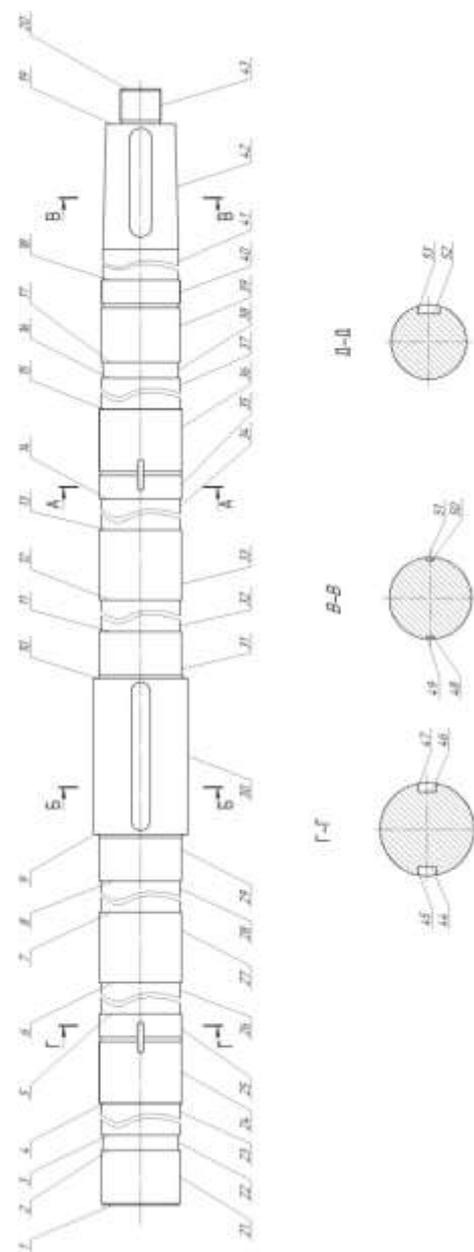


Рисунок 1 – Общий вид поверхностей детали

Таблица 3 – Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Вид поверхности	Номер поверхностей
Основная конструкторская база	21, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 39, 42
Вспомогательная конструкторская база	1, 4, 9, 30, 10, 15, 18, 41, 19, 20
Исполнительные поверхности	24, 36, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53
Свободные поверхности	Все остальные

В конце данного подраздела мы провели анализ выполненной нами работы в подразделе, и пришли к следующему выводу, а именно мы провели классификацию поверхностей нашей детали. Задачи данного подраздела считаем выполненными.

1.3 Технологичность детали

Проведем анализ нашей детали «Вал погружного насоса» на технологичность по следующим критериям:

- технологичность заготовки. Заготовкой является пруток $\varnothing 125 \times 3000$, материал прутка сталь 12ХГНМ. Материал заготовки хорошо обрабатывается, имеет достаточные физико-механические свойства и химический состав, низкую стоимость;

- технологичность рабочего чертежа. «Рабочий чертеж детали «Вал» содержит всю необходимую информацию для полного представления о ее конфигурации. Указаны размеры и их отклонения, проставлена требуемая шероховатость поверхностей, отклонения от правильных геометрических форм и расположения поверхностей. Указанные требования заданы в достаточной степени и полностью отвечают назначению детали;

- технологичность общей конфигурации. Деталь «Вал» можно отнести к типу деталей «Валы», для которых разработан типовой технологический процесс, но наша деталь имеет большие габариты, поэтому она должна быть обработана непосредственно по специальному технологическому процессу.

Таким образом, с точки зрения общей компоновки детали, ее нельзя считать технологичной;

– технологичность конструкции. Технологичность конструкции детали характеризуется ее приспособленностью к изготовлению, эксплуатации и ремонту» [15]. Производительность выпуска нашей детали является крайне низкой, а также для обработки данной детали нужно специальное оборудование;

– «технологичность базирования и закрепления. Базирование деталей позволяет надежно фиксировать заготовку при обработке. Для уменьшения прогиба вала в процессе обработки используем неподвижные самоцентрирующиеся люнеты, обеспечивая необходимую жесткость технологической системы не позволяющей вырвать вал из кулачков поводкового патрона под действием своего собственного веса и центробежных сил возникающих при вращении шпинделя;

– технологичность обрабатываемых поверхностей. Предполагается обработать все поверхности детали, но заданные технические требования и шероховатость не позволяют получить их на заготовительных операциях. Точность и шероховатость рабочих поверхностей определяется условиями работы детали. Уменьшение точности приведет к снижению точности установки вала в узле машины и надежности его работы. Увеличение шероховатости этих поверхностей приведет к снижению надежности сопряжений кинематической цепи и интенсивному изнашиванию исполнительных поверхностей.» [15]. Таким образом, с точки зрения поверхностей, которые мы обрабатываем нашу деталь «Вал погружного насоса» следует считать достаточно технологичной, если требуемую шероховатость постепенно уменьшать, до заданных требований на чертеже детали, а точность постепенно увеличивать, предварительно опираясь на специальный технологический процесс.

«Поскольку деталь «Вал» не отвечает всем требованиям по шести группам критериев, можно сделать вывод о том, что деталь не достаточно технологична» [15], [20].

В конце данного подраздела мы провели анализ выполненной нами работы в подразделе, и пришли к следующему выводу, а именно мы провели анализ нашей детали, на технологичность, сверяясь с методичкой [15].
Задачи данного подраздела считаем выполненными.

1.4 Задачи работы

На основе анализа служебного назначения и условия работы нашей детали «Вал погружного насоса» сформулируем задачи бакалаврской работы:

- определение типа производства и стратегии разработки технологического процесса;
- разработка технологического процесса;
- выбор оборудования, приспособления, режущего инструмента, средств контроля;
- расчет и проектирование приспособления для ТСО;
- разработка мероприятий по обеспечению охраны труда;
- определение экономического эффекта.

В конце данного раздела мы провели анализ выполненной нами работы в разделе, и пришли к следующему выводу, а именно мы проанализировали служебное назначение и условие работы нашей детали, провели классификацию поверхностей нашей детали, провели анализ нашей детали, на технологичность, сверяясь с методичкой [15] и наконец, сформулировали задачи нашей бакалаврской работы. Задачи данного раздела считаем выполненными.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

«Определение типа производства происходит за счет массы детали и качественной оценке трудоёмкости её изготовления, а также с учетом годовой программы выпуска данной детали.

Рассчитаем по следующей формуле массу нашей детали:

$$m = \rho \times V, \text{ кг} \quad (1)$$

где ρ - плотность материала (принимая для стали 12ХГНМ $\rho = 0,00785 \text{ кг/см}^3$);

V – объём детали, см^3 » [3], [4]

Подставим полученные нами значения объёма нашей детали, и плотности выбранного материала в формулу (1) и определим массу детали:

$$m \approx 178 \text{ кг}$$

«Нашу деталь «Вал» по трудоёмкости можно отнести к деталям высокой трудоёмкости, поэтому при годовой программе выпуска $N = 10$ штук в год и массы детали $m = 178 \text{ кг}$ принимаем тип производства – мелкосерийный» [17], [18].

2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса

В данном подразделе нам необходимо выбрать оптимальную стратегию разработки технологического процесса в зависимости от выбранного нами в предыдущем пункте типа производства нашей детали «Вал». А именно нужно разработать подход к определению показателей технологического

процесса, который будет способствовать обеспечению заданного выпуска деталей с наименьшими затратами.

Таким образом, стратегия разработки технологического процесса будет иметь следующий вид:

- метод получения заготовки – оптимальным вариантом заготовки для данной детали является пруток в связи с большими габаритами детали;
- разработка технологического процесса на базе специально разработанного технологического процесса;
- оборудование – специальная модификация станков с ЧПУ с удлинённой базой;
- приспособления – специальные;
- режущие инструменты – стандартные, нормализованные;
- средства контроля – специальные;
- по содержанию операции режущие инструменты должны обрабатывать несколько поверхностей исходя из возможностей оборудования;
- режимы резания назначаются исходя из минимума внутренних напряжений внесённых технологическим путём;
- технологическая документация оформляется на маршрутно-операционных картах.

2.3 Разработка технологического маршрута изготовления детали

Разработаем технологический маршрут обработки для нашей детали «Вал». Оформляем маршрут обработки в виде таблицы (4). Маршрут включает в себя номер и наименование операций, номер установка и перехода, шероховатости, качество точности, а также номера обрабатываемых поверхностей. Разработка маршрута производится по методикам [11], [19].

Таблица 4 – Технологический маршрут изготовления детали «Вал»

№ операции	Номер установа и перехода	Шероховатост ь R_z , мкм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименования операции
00	-	20	14	все	Заготовительная
10	У1-П1	12,5	12	13,18,21,22,23,24, 34,35,37,39,40,41, 43,44,45,46,47,48	Токарная (Черновое точение)
	У1-П2	12,5	12	А,Б,4,5,6,8,9,10,11, 14,15,16,17,19,20, 25,26,30,32,36,38,42	Токарная (Черновое точение)
	У1-П3	12,5	12	7,12,25,27,28,29,31, 33	Токарная (Черновое точение)
	У1-П4	3,2	9	4,7,12,13,18,21,23, 25,28,29,31,33,34, 35,37,39,40,43,44, 46,47	Токарная (Получистовое точение)
	У1-П5	2,5	7	4,7,12,13,18,21,23, 25,28,29,31,33,34, 35,37,39,40,43,44, 46,47	Токарная (Чистовое точение)
	У1-П6	6,3	7	7,18,21,23,28,40,44, 47	Токарная (Нарезание метрической резьбы)
	У1-П7	6,3	12	24,48	Токарная (Нарезание трубной резьбы)
	У1-П8	2,5	9	49,50,51,52	Токарная (Фрезерование)
	У1-П9	2,5	9	53,54,55,56	Токарная (Фрезерование)
	У1-П10	2,5	9	57,58	Токарная (Фрезерование)
	У2-П1	12,5	12	59,60,61	Токарная (Черновое точение)
У2-П2	6,3	12	59,60,61	Токарная (Нарезание трубной резьбы)	
20	-	-	-	все	Термическая
30	У1-П1	1,6	6	7,12,13,18,21,23,25, 28,29,31,33,35,37, 39,40,43,44,47	Токарная (Тонкое точение)
	У1-П2	12,5	12	4,23	Токарная (Отрезание)
40	-	-	-	все	Моечная
50	-	-	-	все	Контрольная

2.4 Выбор средств технического оснащения

«В соответствии с разработанной нами стратегии выбираем типы СТО.

Применяется специальный тип оборудования, оснастки, инструмент и средств контроля. Оформляем выбранные СТО ниже в таблицах (5,6)» [2], [25].

Таблица 5 – Выбор оборудования, оснастки и средств контроля

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования	Наименование оснастки	Наименование оснастки
00	Заготовительная	-	-	-
10	Токарная	Токарно-фрезерный обрабатывающий центр модели 1728С	Патрон поводковый 7160–0002 МН4050–02, люнет самоцентрирующийся	«Штангенциркуль» и «микрометр»
20	Термическая	-	-	-
30	Токарная	Токарно-фрезерный обрабатывающий центр модели 1728С	Патрон поводковый 7160–0002 МН4050–02, люнет самоцентрирующийся	«Штангенциркуль» и «микрометр»
40	Моечная	Камера моечная машина	-	-
50	Контрольная	Стол контрольный	-	-

Таблица 6 – Выбор инструмента

№ операции	Наименования операции	Номер установка и перехода	Наименования инструмента
00	Заготовительная	-	-
10	Токарная	У1-П1	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn T-Max P формы C» [16]
		У1-П2	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroCut QD» [16]
		У1-П3	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn T-Max P формы C» [16]
		У1-П4	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn T-Max P формы C» [16]
		У1-П5	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn T-Max P формы C» [16]
		У1-П6	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroThread 266» [16]
		У1-П7	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroThread 266» [16]
		У1-П8	«Концевая фреза CoroMill 390 с диаметром 8» [16]
		У1-П9	«Концевая фреза CoroMill 390 с диаметром 24» [16]
		У1-П10	«Концевая фреза CoroMill 390 с диаметром 28» [16]
		У2-П1	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn T-Max P формы C» [16]
		У2-П2	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroThread 266» [16]

Продолжение таблицы 6

№ операции	Наименования операции	Номер станова и перехода	Наименования инструмента
20	Термическая	-	-
30	Токарная	У1-П1	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn T-Max P формы C» [16]
		У1-П2	«Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroCut QD» [16]
40	Моечная	-	-
50	Контрольная	-	-

2.5 Расчет режимов резания

«Режимы резания и нормы времени на операции технологического процесса оформим в виде таблицы (7)» [1], [14].

Таблица 7 – Режимы резания и нормы времени

№ операции	Наименования операции	Номер станова и перехода	T стойкость инструмента (мин)	Длина рабочего хода, мм	S подача (мм/об)	n число оборотов (об/мин)	T_0 основное время (мин)	$T_{шт}$ штучное время (мин)
00	Заготовительная	-	-	-	-	-	-	-
10	Токарная	У1-П1	75	1354,5	0,1	10	1354,5	1469,8
		У1-П2	50	1127,5	0,1	10	1127,5	1224,5
		У1-П3	75	518	0,1	10	518	565,9
		У1-П4	75	1135,5	0,1	10	1135,5	1233,4
		У1-П5	75	1132,25	0,1	10	1132,25	1233,2
		У1-П6	50	257	0,1	10	257	280,4
		У1-П7	50	77,314	0,1	10	77,314	86,2
		У1-П8	120	40	0,1	10	66,68	75,6
		У1-П9	240	190	0,1	10	488	530,6
		У1-П10	180	140	0,1	10	177	194,1
		У2-П1	75	130,5	0,1	10	130,5	147,3

Продолжение таблицы 7

№ операции	Наименование операции	Номер установки и перехода	T стойкость инструмента (мин)	Длина рабочего хода, мм	S подача (мм/об)	n число оборотов (об/мин)	T_0 основное время (мин)	$T_{шт}$ штучное время (мин)
10	Токарная	У2-П2	50	77,314	0,1	10	77,314	86,2
20	Термическая	-	-	-	-	-	-	-
30	Токарная	У1-П1	75	801	0,1	10	801	871,9
		У1-П2	50	80	0,1	10	80	92,7
40	Моечная	-	-	-	-	-	-	-
50	Контрольная	-	-	-	-	-	-	-

В конце данного раздела мы провели анализ выполненной нами работы в разделе, и пришли к следующему выводу, а именно мы выбрали тип производства нашей детали «Вал погружного насоса», а также выбрали стратегию разработки нашего технологического процесса и спроектировали сам технологический процесс, выбрали средства технологического оснащения сверяясь с методичками [3], [16] и наконец, назначили режимы резания исходя из минимума внутренних напряжений внесённых технологическим путём. Задачи данного раздела считаем выполненными.

3 Расчет и проектирование приспособления для термосиловой обработки (ТСО)

3.1 Исходные данные

Для расчета и проектирования приспособления для термосиловой обработки (ТСО) нам понадобятся следующие исходные данные:

- вид и материал заготовки - пруток $\text{Ø}125 \times 3000$, материал прутка сталь 12ХГНМ;
- «предел прочности материала заготовки $\sigma_B = 410$ МПа при температуре $T = 850 \text{ C}^0$;
- предел прочности материала заготовки $\sigma_B = 670$ МПа при комнатной температуре $T = 20 \text{ C}^0$;
- вид обработки - термическая обработка (закалка) отпуск;
- режимы термической обработки температура $T = 860 \text{ C}^0$, твердость поверхностного слоя $35 \pm 2 \text{ HRC}_3$, после закалки, отпуск $T = 600 \text{ C}^0$;
- тип приспособления - специальное, сборно-разборное приспособление (СПП);
- внутренний диаметр трубы стапеля – 175 мм;
- внешний диаметр трубы стапеля – 255 мм;
- материал трубы - нержавеющая сталь 36Х2Н2МФА;
- наполнитель в стапеле – речной песок с чугунной стружкой;
- остывание стапеля с заготовкой производится в печи;
- нагрев детали до заданной температуры производим при помощи нити накаливания;
- длина заготовки – 3000 мм;
- диаметр заготовки - $\text{Ø}125$ мм;
- условный предел текучести материала заготовки $\sigma_{0,2} = 240$ МПа при температуре $T = 850 \text{ C}^0$;
- физический предел текучести материала заготовки $\sigma_T = 685$ МПа;

- площадь поперечного сечения заготовки – $F = 12266 \text{ мм}^2$;
- коэффициент линейного расширения заготовки - $\alpha_3 = 11,8 \times 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$;
- модуль упругости материала заготовки – $E = 200 \times 10^3 \text{ Н/мм}^2$;
- площадь поперечного сечения стапеля - $F_{\text{ст}} = 27004 \text{ мм}^2$ » [7];

3.2 Определение допускаемых напряжений

Определяем по следующей формуле допускаемое максимальное напряжение:

$$[\sigma]_{max} = 0,8 \times \sigma_B, \text{ МПа} \quad (2)$$

«где σ_B - предел прочности материала при заданном температурном режиме, принимаем $\sigma_B = 410 \text{ МПа}$ » [7].

Определяем по следующей формуле допускаемое минимальное напряжение:

$$[\sigma]_{min} = 1,2 \times \sigma_{0,2}, \text{ МПа} \quad (3)$$

«где $\sigma_{0,2}$ - условный предел текучести материала заготовки соответствующий 0,2% пластической деформации при заданном температурном режиме, принимаем $\sigma_{0,2} = 240 \text{ МПа}$ » [7].

Найденные нами значения подставим в формулы (2,3) и таким образом получим максимальное и минимальное напряжения:

$$[\sigma]_{max} = 328 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_{min} = 288 \text{ МПа}.$$

Получается, мы имеем следующий диапазон рабочих напряжений:

$$[\sigma]_{min} \leq \sigma_p \leq [\sigma]_{max}, \text{ МПа} \quad (4)$$

Из найденных нами значений теперь мы видим, что область оптимальных рабочих напряжений лежит в пределах:

$$288 \leq \sigma_p \leq 328 \text{ МПа.}$$

3.3 Расчет допускаемых осевых усилий

«Определяем допускаемое по следующей формуле максимальное осевое усилие:

$$[P]_{max} = [\sigma]_{max} \times F, \text{ Н} \quad (5)$$

где F – площадь поперечного сечения материала заготовки, мм^2 .

По следующей формуле определяем допускаемое минимальное осевое усилие:

$$[P]_{min} = [\sigma]_{min} \times F, \text{ Н} \quad (6)$$

где F – площадь поперечного сечения материала заготовки, мм^2 » [4]

Найденные нами значения подставим в формулы (5,6) и таким образом получим максимальное и минимальное осевые усилия:

$$[P]_{max} = 4023 \text{ кН;}$$

$$[P]_{min} = 3532 \text{ кН.}$$

Получается, мы имеем следующий рабочий диапазон:

$$[P]_{min} \leq P_p \leq [P]_{max}, \text{ Н} \quad (7)$$

«Из найденных нами видно, что область оптимальных рабочих осевых усилий лежит в пределах» [7]:

$$3532 \leq P_p \leq 4023, \text{ кН.}$$

3.4 Выбор марки стапеля

«Необходимо выбрать такой материал для стапеля, который обеспечивал бы и требуемые рабочие осевые усилия, и требуемые рабочие напряжения» [24].

Определяем по следующей формуле создаваемое стапелем осевое усилие:

$$P_{ст} = (E_{ст} \times \alpha_{ст})_{искомое} \times F_{ст} \times \Delta t, \text{ Н} \quad (8)$$

«где $E_{ст}$ – модуль упругости материала стапеля, для материала стапеля сталь 36Х2Н2МФА модуль упругости составляет $E_{ст} = 198 \times 10^3 \text{ Н/мм}^2$;

$\alpha_{ст}$ – коэффициент линейного расширения материала стапеля, составляет $\alpha_{ст} = 12,5 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{°C}}$;

$F_{ст}$ - площадь поперечного сечения трубы стапеля, принимаем $F_{ст} = 27004 \text{ мм}^2$;

Δt - разность начальной и конечной температур при проведении ТСО, значение которой мы определим по следующей формуле:

$$\Delta t = (T_{н} - T_{к}), \text{ °C} \quad (9)$$

где $T_{н}$ – начальная температуры при проведении ТСО, принимаем $T_{н} = 600 \text{ °C}$;

$T_{к}$ – конечная температура при проведении ТСО, принимаем $T_{к} = 20 \text{ °C}$.

Найденные нами значения подставим в формулу (9) и получим» [7]:

$$\Delta t = 580 \text{ °C}.$$

Выразим из формулы (8) выражение $(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{искомое}$ и получим следующую формулу:

$$(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{искомое} = \frac{P_{ст}}{F_{ст} \times \Delta t} \quad (10)$$

Подставим в полученную нами формулу (10) максимальные и минимальные возможные значения осевых усилий и таким образом определим максимальное и минимальное произведение « $(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{искомое}$ »:

$$(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{max} = \frac{[P_{ст}]_{max}}{F_{ст} \times \Delta t} \quad (11)$$

$$(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{min} = \frac{[P_{ст}]_{min}}{F_{ст} \times \Delta t} \quad (12)$$

Найденные нами значения подставим в формулы (11,12) и получим:

$$(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{max} = 2,5;$$

$$(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{min} = 2,2.$$

Таким образом, имеем диапазон $(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{искомое}$ из диапазона предельных $(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{max}$ и $(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{min}$ » [7]:

$$(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{min} \leq (E_{ст} \times \alpha_{ст})_{искомое} \leq (E_{ст} \times \alpha_{ст})_{max} \quad (13)$$

Из полученных нами значений видно, что $(E_{ст} \times \alpha_{ст})_{искомое}$ лежит в пределах и таким образом условие того что выбранный нами материал подходит для проведения ТСО выполняется:

$$2,2 \leq 2,4 \leq 2,5$$

3.5 Расчет рабочего усилия создаваемого стапелем

«По найденным нами значениям определяем рабочее усилие, создаваемое стапелем по следующей формуле (8):

$$P_{ст} = 3876 \text{ кН.}$$

Сравним полученное рабочие усилие создаваемое стапелем с максимальным и минимальным значениями из формулы (7):

$$[P]_{min} = 3532 \leq P_p = 3876 \leq [P]_{max} = 4023, \text{ кН}$$

Определяем по следующей формуле значение критического усилия:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \times E \times (d_{max} - d_{min})}{64L^2 \times 52}, \text{ Н} \quad (14)$$

где E - модуль упругости материала трубы стапеля, принимаем $E = 160 \text{ ГПа}$;

L – длина труб стапеля, принимаем равным $L = 3000 \text{ мм}$ » [7].

Подставим найденным нами значениям в формулу (14) и таким образом получим:

$$P_{кр} = 4,2 \text{ МН}$$

«Так как полученное значение критического усилия стапеля больше рабочего усилия то трубы смогут выдержать сжимающую нагрузку и не потеряют устойчивость.

Так как, полученные осевые усилия находятся в рабочем диапазоне осевых усилий создаваемых стапелем, то в качестве материала стапеля окончательно принимаем сталь 36Х2Н2МФА» [23].

3.6 Расчет времени охлаждения детали

«Для расчета времени охлаждения материала заготовки необходимо подробно рассмотреть влияние тепловых процессов происходящих при ТСО.

Тепловые процессы, происходящие при ТСО могут быть двух режимов: стационарный и нестационарный.

Учитывая эти два фактора можно определить скорость теплового процесса происходящего при ТСО в приближенной действительности по следующей формуле:

$$a = \frac{\lambda}{c_p} \quad (21)$$

где λ – коэффициент теплопроводности;

c_p – коэффициент воздействия на проводимое тепло.

Решить задачу не стационарной теплопроводности, значит найти зависимости изменения температуры и количества переданного тепла во времени, для этого запишем дифференциальное уравнение теплопроводности для твердых тел:

$$\frac{\partial t}{\partial f} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) \quad (22)$$

Теперь представим, что наш вал есть не что иное, как бесконечно длинный цилиндр с радиусом R , тогда уравнение теплопроводности перепишем в следующем виде:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \times \frac{\partial \theta}{\partial r} \right) \quad (23)$$

Для возможности решения этого уравнения в аналитическом виде необходимо задать два краевых условия:

- граничное условие при $r = R$;
- начальное условие: при $\tau = 0$.

Тогда решением дифференциального уравнения (23) относительно двух краевых условий при $r = R$ и при $\tau = 0$ является функция двух критериев:

- функция, описываемая по критерию Био – B_i ;
- функция, описываемая по критерию Фурье – F_0 .

По следующей формуле определяем функцию, описываемую по критерию Био:

$$B_i = \frac{\alpha \times R}{\lambda_{\text{cp}}} \quad (24)$$

где α – коэффициент отдачи от масла к поверхности принимаем $\alpha = 581$;

R – радиус заготовки равный $R = 62,5 \text{ мм} = 0,0625 \text{ м}$;

λ_{cp} – средний коэффициент теплопроводности материала заготовки определяемый по следующей формуле:

$$\lambda_{\text{cp}} = \lambda_{20} + \lambda_{300} + \frac{\lambda_{600}}{3} \quad (25)$$

где $\lambda_{20}, \lambda_{300}, \lambda_{600}$ – коэффициент теплопроводности материала заготовки при температурах равных $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $T = 300 \text{ }^\circ\text{C}$, $T = 600 \text{ }^\circ\text{C}$. При данных температурах значения коэффициентов следующие: $\lambda_{20} = 35$, $\lambda_{300} = 25$, $\lambda_{600} = 18$.

Найденные нами значения подставим в формулу (25) и таким образом мы получим средний коэффициент теплопроводности материала» [13]:

$$\lambda_{\text{cp}} = 26 \text{ кал/мм} \times \text{сек} \times \text{ }^\circ\text{C}.$$

«Найденные нами значения подставим в формулу (24) и таким образом мы получим значения критерия Био:

$$B_i = 1,4.$$

На основании второй теоремы подобия искомую функцию в виде без размерной температуры определяем по следующей формуле:

$$\frac{\theta_0}{\theta} = \frac{(T_K - T_M)}{(T_H - T_M)} \quad (26)$$

где T_K – конечная температура в центре вала, принимаем равной $T_K = 150$ °С;

T_M – температура масла, принимаем равной $T_M = 20$ °С;

T_H – начальная температура при ТСО, принимаем равной $T_H = 600$ °С.

Найденные нами значения подставим в формулу (26) и таким образом мы получим» [7]:

$$\frac{\theta_0}{\theta} = 0,22.$$

«Используя зависимости в виде графиков по $\frac{\theta_0}{\theta}$ определим и критерию Био определим значение критерия Фурье равного $F_0 = 2,9$.

Определяем по следующей формуле функцию, описываемую по критерию Фурье:

$$F_0 = \frac{a \times \tau}{R^2} \quad (27)$$

где a – коэффициент температуропроводности, принимаем равный $a = 5 \times 10^{-6}$;

τ – время охлаждения изделия.

Зная значение критерия Фурье выразим из формулы (27) время охлаждения изделия, тогда получим следующую формулу» [7]:

$$\tau = \frac{R^2 \times F_0}{a}, \text{ мин} \quad (28)$$

Найденные нами значения подставим в формулу (28) и таким образом мы получим:

$$\tau = 2266 \text{ мин} \approx 37,8 \text{ часов.}$$

3.7 Расчет времени охлаждения стапеля

«По следующей формуле определяем расчета стапеля, которое проведем по методике расчета неограниченно плоской стенки:

$$\delta_{\text{ст}} = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3, \text{ мм} \quad (29)$$

где δ_1 – толщина внешней трубы, принимаем равной $\delta_1 = 12,5$ мм;

δ_2 – толщина слоя песка, принимаем равным $\delta_2 = 15$ мм;

δ_3 – толщина внутренней трубы, принимаем равной $\delta_3 = 12,5$ мм.

Найденные нами значения подставим в формулу (29) и таким образом мы получим» [7]:

$$\delta_{\text{ст}} = 40 \text{ мм.}$$

«Если за начало отсчета температуры принять температуру окружающей среды и избыточную температуру стенки стапеля обозначить $\theta = (t - t_m)$, то уравнение (23) примет следующий вид:

$$\frac{\partial \theta}{\partial x} = a \times \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} \quad (30)$$

Граничные условия при $x \pm \delta/2$:

$$-\frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{\alpha \theta}{\lambda_{\text{ст}}} \quad (31)$$

где $\lambda_{\text{СТ}}$ – эквивалентная теплопроводность стенки.

Начальное условие при $\tau = 0$.

$$\theta = \theta'.$$

Перепишем функцию безразмерной температурной величины с учетом критерия Био и Фурье и граничными условиями в следующем виде:

$$\frac{\theta_0}{\theta'} = \Phi_0(B_i; F_0) \quad (32)$$

По следующей формуле определяем эквивалентный коэффициент теплопроводности стенки:

$$\lambda_{\text{СТ}} = \frac{\delta_{\text{СТ}}}{\left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3}\right)} \quad (33)$$

где $\lambda_1 = \lambda_3$ – коэффициент теплопроводности материала стапеля, принимаем равным $\lambda_1 = \lambda_3 = 59 \text{ кал/мм} \times \text{сек} \times \text{°C}$;

λ_2 – коэффициент теплопроводности песка, принимаем равным $\lambda_2 = 0,362 \text{ кал/мм} \times \text{сек} \times \text{°C}$.» [9]

Найденные нами значения подставим в формулу (33) и таким образом мы получим:

$$\lambda_{\text{СТ}} = 0,956 \text{ Вт/м} \times \text{°C}.$$

Подставим полученные нами значения в формулу (24) и получим критерий Био:

$$B_i = 18,99.$$

«По значению критерия Био определим по графику значение критерия Фурье принимаем равным $F_0 = 0,437$.

Определим отношение критерия Фурье и времени» [7]:

$$F_0 = \frac{a \times \tau}{\delta^2} = 0.437 \times 10^{-3} \times \tau.$$

«Максимальное время охлаждения стапеля принимаем равным $\tau_{max} = 40$ часов» [7].

В конце данного раздела мы провели анализ выполненной нами работы в разделе, и пришли к следующему выводу, а именно мы определили допусковые напряжения и допусковых осевых усилий для нашей заготовки, на основании этого мы выбрали марку стапеля, далее мы рассчитали рабочие усилие создаваемое стапелем и наконец, рассчитали время охлаждения детали и стапеля.

Исходя из всего выше сказанного мы можем понять, что мы выбрали самый оптимальный материал для стапеля, которых подходит для термосиловой обработки нашей детали «Вал погружного насоса». Задачи данного раздела считаем выполненными.

4 Безопасность и экологичность

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

«В современном промышленном производстве широко применяются различные методы термической обработки. Требования безопасности условий труда рабочих, работающих в цехах, занимающихся таким видом обработки, являются необходимым предметом рассмотрения инженерно-технических работников» [5].

Целью нашей бакалаврской работы - является технологический процесс изготовления «Вала погружного насоса», путем разработки перспективного технологического процесса базирующегося на современных достижениях науки и техники и применения методов научного исследования. Разработка данного раздела производится по методичке [5].

В таблице (8) ниже приведены данные по выбранному объекту.

Таблица 8 – Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Работник	Оборудование, технологическое устройство, приспособление	Вещества и материалы
Термосиловая обработка	Термическая	Оператор	Термическую печь; Стпель	12ХГНМ; 36Х2Н2МФА

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Реальные производственные условия характеризуются некоторыми опасными и вредными производственными факторами:

Опасным производственным фактором является тот, который воздействует на работающего в определенных условиях, приводит к травме или к другому резкому ухудшению здоровья.

Вредным производственным фактором является тот, который воздействует на работающего в определенных условиях, приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Один и тот же фактор может привести к несчастному случаю, в результате чего работающий может получить травму, т.е. повреждение тканей организма и нарушения его функций внешним воздействием.

К основным опасным вредным производственным факторам при работе с термической печью на термической операции можно отнести рассмотренные производственные факторы, возникающие в данном производстве. Рассмотрим эти факторы и сведем их в таблицу (9).

Таблица 9 – Опасные и вредные производственные факторы

Опасные и вредные производственные факторы	Составляющие опасных и вредных производственных факторов	Оборудования, приспособления, инструмент	Воздействие на организм
Физические	«Движущиеся машины и механизмы» [5]	«Электропогрузчики, поточная линия, автоматическая линия, подвесной конвейер» [5]	«Запыленность воздуха, общие вибрации, шум, повышенное движение воздуха» [5]
	«Подвижные части производственного оборудования» [5]	Транспорт поточной и автоматической линии, конвейер, части инструмента, гидравлический пресс	Шум, общая вибрация, повреждение частей тела

Продолжение таблицы 9

Опасные и вредные производственные факторы	Составляющие опасных и вредных производственных факторов	Оборудования, приспособления, инструмент	Воздействие на организм
Физические	«Повышенное напряжение электроцепи» [5]	«Электрические сети, электроустановки, распределители, трансформаторы, производственное оборудование» [5]	«Поражение электротоком» [5]
	Отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны	«Производственные помещения (недостаточное количество оконных и потолочных проемов), осветительное оборудование» [5]	«Влияние на органы зрения, повышенная утомляемость, нарушение целостности организма, усталость» [5]
Химические	Раздражающие вещества	Масло; смазка	Раздражение кожи
Психофизиологические	Физические перегрузки	-	«Статические и динамические перегрузки, утомление, усталость» [5]
	Нервно-психическая		«Общение в коллективе, утомление, усталость, эмоциональное напряжение» [5]
	Монотонность труда		
	Перенапряжение зрительных рецепторов		

Рассмотрев все опасные и вредные факторы и их воздействие на человека мы должны выработать средства снижения этих рисков.

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

«Создание здоровых и безопасных условий для высокопроизводительной работы на предприятиях требует улучшения

организационной работы в области охраны труда и, прежде всего, широкого внедрения системы управления охраны труда» [5].

Целью данного раздела сформулировать меры по снижению профессиональных рисков, а также указать средства и методы защиты от опасных и вредных факторов. Рассмотрим эти меры и сведем их в таблицу (10).

Таблица 10 – Мероприятия снижению уровня опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы	Органические методы, технические средства	Средства защиты (СИЗ)
Напряжение электроцепи	«Необходимое заземление оборудования изоляция токоведущих элементов, применение предохранителей» [5]	Перчатки с полимерным покрытием, резиновые напольные покрытия
Отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная освещенность рабочей зоны	Оснащение освещением	-
Раздражающие вещества химического воздействия	Прокладка вентиляции Различные инструктажи по охране труда	-
Психофизиологические	«Оснащение освещением Различные инструктажи по охране труда» [5]	-

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Под пожарной безопасностью подразумевается такое состояние объекта, при котором с большой вероятностью предотвращается возникновения пожара, а в случае его возникновения обеспечивается эффективная защита людей от опасных и вредных факторов пожара» [5].

По взрывопожарной и пожарной безопасности помещения и здания подразделяется на категории А, Б, В, Г, Д. Участок термической обработки, исходя из свойств веществ, материалов, условий их применения и обработки относятся к категории В «пожароопасные». «Поэтому необходимо предусмотреть меры противопожарной защиты по более опасной категории» [5].

Если вы хотите ликвидировать небольшие возгорания, то вам необходимо использовать следующие первичные средства пожаротушения, оформленные нами в таблице (10).

Таблица 10 – Средства пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
Первичные	Мобильные	Стационарные	Автоматики	
Огнетушители углекислотные; пожарные стволы (водяные и воздушно-пенные); сухой песок; асбестовые одеяла	«Пожарные автомобили» [5]	«Модули газового пожаротушения» [5]	«Дымовой извещатель по оповещению и управлению эвакуацией» [5]	«Огнеупорные пожарные рукава» [5]

«Места размещения каждого вида пожарной техники обозначаются указательными знаками. Подходы к огнетушителям и другому оборудованию должны быть свободными. Для лучшей видимости элементы конструкций у мест расположения пожарной техники рекомендуется выделять красными полосами, а саму технику окрашивать в красный цвет» [5].

Для ликвидации возможных больших загораний и обеспечения безопасности людей, а также для прекращения процесса горения

рекомендуется использовать следующие способы, представленные в таблице (11).

Таблица 11 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Оборудование, операция	Мероприятия обеспечения безопасности на участке	Способы прекращения процесса горения
Термическая операция, Термическая печь, Стапель	«Автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения; устройств, обеспечивающих ограниченное распространение пожара; организации своевременной эвакуации людей; системы противодымной защиты» [5]	Охлаждение горящих веществ путем нанесения на их поверхности огнезащитных средств (воды, пены); разбавление концентрации горючих паров газов путем введения в зону горения инертных газов (азота, углекислого газа); изоляция горючих веществ из зоны горения, нанесением на них изолирующих огнегасительных средств (пены, песка, кошмы); химическое торможение реакции горения путем орошения поверхностей горящих материалов или объемного разбавления горючей пыле -, газо- и паровоздушной системы

«В результате примененных мероприятий на термическом участке производство отвечает требованиям по пожаро- и взрывобезопасности промышленных объектов» [5].

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Цеха механической обработки и термоцеха являются одними из наиболее экологически неблагоприятных в машиностроении» [5].

В данном подразделе мы проводим анализ негативного воздействия объекта на окружающую среду, а также методы его утилизации, результаты данного анализа мы представляем в таблицах (12,13).

Таблица 12 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный процесс	Оборудование	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления вала погружного насоса	Токарно-фрезерный обрабатывающий центр модели 1728С; Термическая печь	«Стружка и токсические испарения, производимые от неё» [5]	«Взвешенные вещества и нефтепродукты, отработанные жидкие среды» [5]	«Отходы стружки, промасленная ветошь, растворы жидкостей» [5]

Таблица 13 – Мероприятия для снижения негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления вала
На атмосферу	«Фильтрационные системы для системы вентиляции участка» [5]
На гидросферу	«Многоступенчатая очистка сточных вод» [5]
На литосферу	«Захоронение на специальных полигонах» [5]

В конце данного раздела мы провели анализ выполненной нами работы в разделе, и пришли к следующему выводу, а именно:

– «выявлены опасные и вредные производственные факторы, возникающие в процессе термической обработки, и воздействующие на человека, а также влияние, которое они оказывают;

– разработаны мероприятия по снижению воздействия ОВПФ и мероприятия по разработки безопасных условий труда на термическом участке;

– определена категория по пожаробезопасности участка, в данном случае категория (В) пожароопасного производства. Указаны мероприятия по предотвращению пожароопасных ситуаций, применено огнетушительное оборудование

Отсюда следует, что для нормальной и безопасной работы на участке изготовления маложесткой детали «Вала погружного насоса» осуществляется целый комплекс мероприятий по технике безопасности, обеспечивающий безаварийную эксплуатацию оборудования, безопасность обслуживающего персонала и окружающей среды» [5].

5 Экономическая эффективность работы

«В данном разделе бакалаврской работы нам необходимо рассчитать технико-экономических показателей технологического процесса детали «Вал погружного насоса». По этим расчетам необходимо будут произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений. Для проведения расчётов была составлена программа в Microsoft Excel, расчёты производились по методичке [8]» [8].

Все расчеты будем вести по двум операциям нашего технологического процесса, а именно 10-ой и 30-ой операциях.

На 10-ой операции основное время на нашу операцию составляет 6541,6 мин., а штучное время на нашей операции составляет 7127,2 мин.

На 30-ой операции основное время на нашу операцию составляет 881 мин., а штучное время на нашей операции составляет 964,6 мин.

«Используя методику определения капитальных вложений [8] была определена сумма инвестиций, которая составила 20248 руб.

Используя методику расчета технологической себестоимости [8], была определена величина данного показателя по сравниваемым вариантам. Итоговое значение было получено путем суммирования таких значений, как:

- основная заработная плата рабочих;
- начисления на заработную плату;
- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.

Значения описанных параметров по сравниваемым вариантам выполнения операций 010 и 030 представлены на рисунке (2).

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что они все имеют тенденцию к уменьшению, что положительно сказывается на итоговой величине технологической себестоимости, которая снижается на 11,27% и в проектируемом варианте технологического процесса изготовления «Вал погружного насоса» составит 54805 руб.

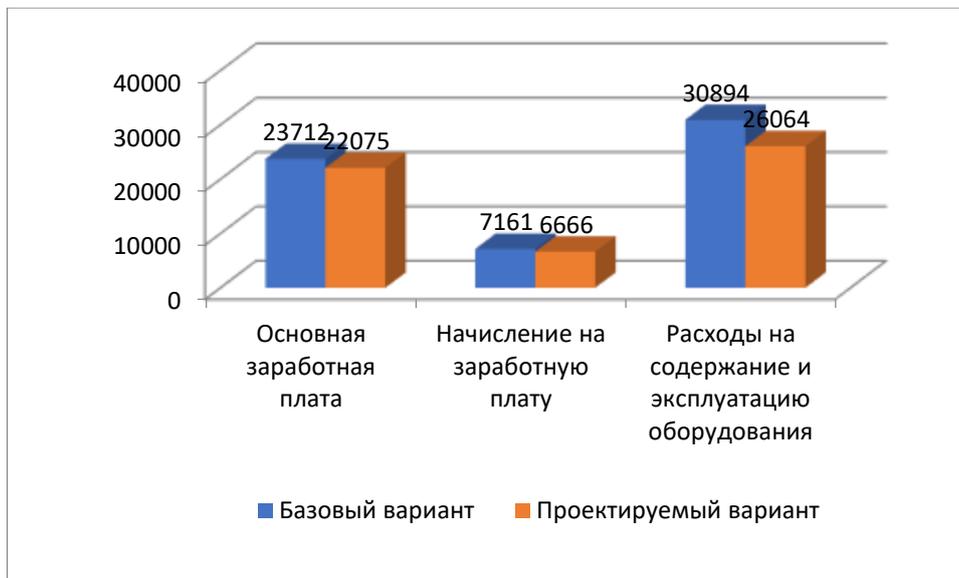


Рисунок 2 – Показатели, входящие в технологическую себестоимость детали

Учитывая полученные значения технологической себестоимости, по методике калькулирования себестоимости [8] была определена полная себестоимость выполнения операций 010 и 030 представлена на рисунке (3).

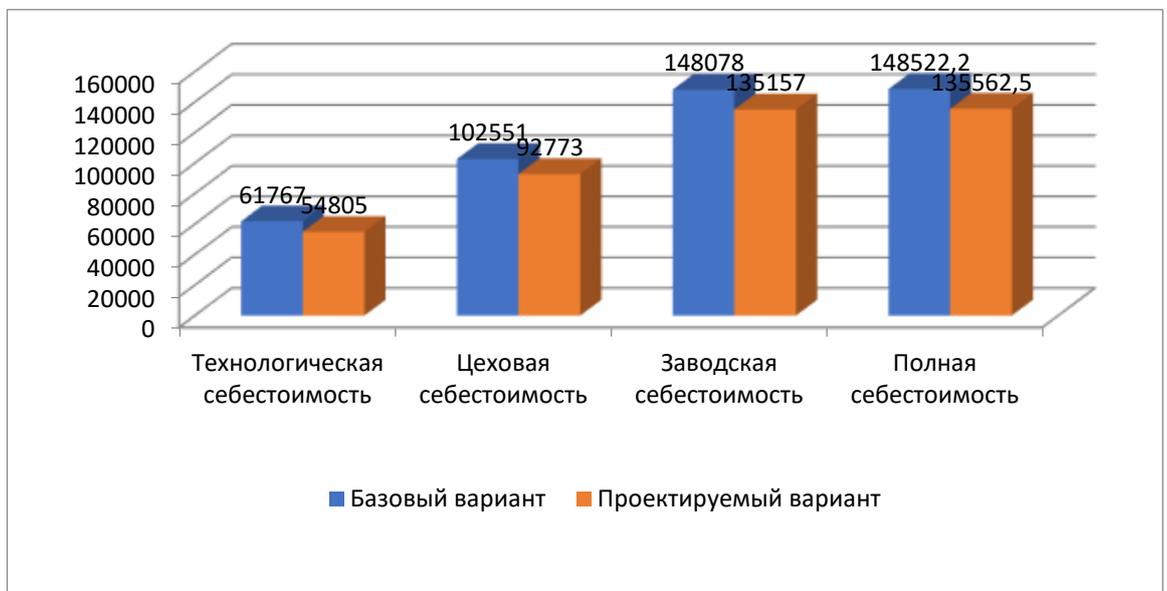


Рисунок 3 – Калькуляция себестоимости по вариантам технологического процесса выполнения детали

Как видно из рисунка, полная себестоимость составила в базовом варианте – 148522,2 руб., а в проектируемом – 135562,5 руб. Изменения по данному показателю составило 8,72%.

Благодаря такой разнице, предприятие может получить чистую прибыль в размере 103677,6 руб., что окупит предполагаемые инвестиции, в объеме 20248 руб., в течение 2-х лет. Данное значение срока окупаемости является основанием для того, чтобы предлагаемые совершенствования считать эффективными. Но для полноты формулируемых выводов, были проведены расчеты по определению величины чистого дисконтируемого дохода (интегрального экономического эффекта), который составляет 106658 рублей. Так как значение ЧДД (Эинт) > 0 , то проект считается эффективным» [8].

В конце данного раздела мы провели анализ выполненной нами работы в разделе, и пришли к следующему выводу, а именно мы определили сумму инвестиций, технологическую себестоимость детали, чистую прибыль и чистый дисконтируемый доход.

Исходя из всего выше сказанного мы можем понять, что наш технологический процесс изготовления «Вал погружного насоса» является целесообразным.

Заключение

По завершению нашей бакалаврской работы мы сформировали полный комплекс важных проектных и конструкторских расчетов касающихся вопросов проектирование технического процесса, а также были выполнены расчеты и проектирование приспособления для термосиловой обработки (ТСО). Для выполнения этих задач были просмотрены и рассчитаны следующие пункты:

- выбрали тип производства и стратегию разработки технологического процесса;
- мы разработали технологический процесс на нашу деталь;
- мы выбрали специальное оборудование, специальное приспособление, специальные режущие инструменты и средства контроля;
- мы рассчитали и спроектировали приспособления для ТСО;
- мы разработали мероприятия по обеспечению охраны труда;
- мы определили экономический эффект для нашей детали.

«По завершению нашей бакалаврской работы мы можем прийти к следующему выводу, что мы смогли спроектировать технологический процесс без внесения критических изменений в самой детали» [3]. При этом мы повысили экономическую эффективность и качество производства нашей детали «Вал погружного насоса» за счет использования новых технологий, а именно современного оборудования и инструментов которые доступны нам на сегодняшний момент. Таким образом, мы упростили производство нашей детали, сохраняя капитал для дальнейшего развития, а также для того чтобы увеличить конкурентоспособность нашей детали. Было выбрано специальное оборудование, а также разработано специальное приспособление для нашей детали «Вал погружного насоса», всё это поспособствовало увеличению эффективности нашей детали.

Цель нашей бакалаврской работы выполнена мы разработали процесс изготовления детали «Вал погружного насоса».

Список используемой литературы

1. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с
2. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с
3. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007 г.,- 256 с.
4. Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
5. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –51 с.
6. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с
7. Драчев, О.И. Новая технология термосиловой обработки мало жестких валов/О.И. Драчев, Д.Ю.Воронов, Д.А. Расторгуев// Известия Волгоградского государственного технического университета. 2004 № 1 С. 32-35.
8. Зубкова Н.В. – к.э.н., доцент. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Тольятти: ТГУ, 2020. – 123 с.
9. Ковшов А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

10. Марочник сталей и сплавов. 4-е изд., переработ. и доп. / Ю.Г. Драгунов, М28 А.С. Зубченко, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. Ю.Г. Драгунова и А.С. Зубченко – М.: 2014 1216 с.: илл.

11. Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

12. Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

13. Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

14. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения»/ составил к.т.н., доц. Козлов А.А., к.т.н., доц. Кузьмич И.В., к.т.н., доц. Солдатов А.А. – Тольятти: ТГУ, 2007 г., 210с.

15. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления : электрон. учеб. – метод. пособие / Д.А. Расторгуев. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2017 г., 16.

16. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный 57 справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

17. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.
18. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.
19. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. 352 с.
20. Технология машиностроения : вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.
21. Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.
22. Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.
23. Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English)
24. Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.
25. Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

Приложение А

Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутные карты

ГОСТ 3.1118-82 форма 1																					
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
Разраб.		Ярцев В.В.		ТГУ																	
Пров.		Воронов Д.Ю.																			
Н. контр.		Воронов Д.Ю.		Вал погружного насоса													2 1				
Утв.		Логинов Н.Ю.																			
M01																					
M02		Код		ЕВ		МД		ЕН		Н.расх.		КИМ		Код загот.		Профиль и размеры		КД		МЗ	
		-		166		178				0,86				2851x120		1		289			
А		Цех		Уч.		РМ		Опер.		Код,наименование операции							Обозначение документа				
Б										Код,наименование,оборудования							СМ Проф. Р УТ КР КОИД ЕН ОП Кшт. Тпз Тшт.				
03								000		Заготовительная											
04																					
05								010		Токарная							7127,2				
06										Токарно-фрезерный обрабатывающий центр 1728С											
07										Патрон; люнет самоцентрирующиеся; призматическая державка; режущая пластина CoroTurn T-Max P формы С;											
08										Режущая пластина CoroCut QD; режущая пластина CoroThread 266; концевая фреза CoroMill 390 с диаметром 8;											
09										Концевая фреза CoroMill 390 с диаметром 24; концевая фреза CoroMill 390 с диаметром 28											
10								020		Термическая											
11																					
12								030		Токарная							964,6				
13										Токарно-фрезерный обрабатывающий центр 1728С											
14										Патрон; люнет самоцентрирующиеся; призматическая державка; режущая пластина CoroTurn T-Max P формы С;											
15										Режущая пластина CoroCut QD											
МК		Маршрутная карта																			

Продолжение таблицы А.1

															ГОСТ 3.1118-82		форма 16												
<i>Дубл.</i>																													
<i>Взам.</i>																													
<i>Подл.</i>																													
																	2												
Вал погружного насоса																													
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа																				
Б	Код,наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.														
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код																								
01				040	Моечная																								
02	Камера моечная машина																												
03																													
04				050	Контрольная																								
05	Стоп контрольный																												
06																													
07																													
08																													
09																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
МК															Маршрутная карта														

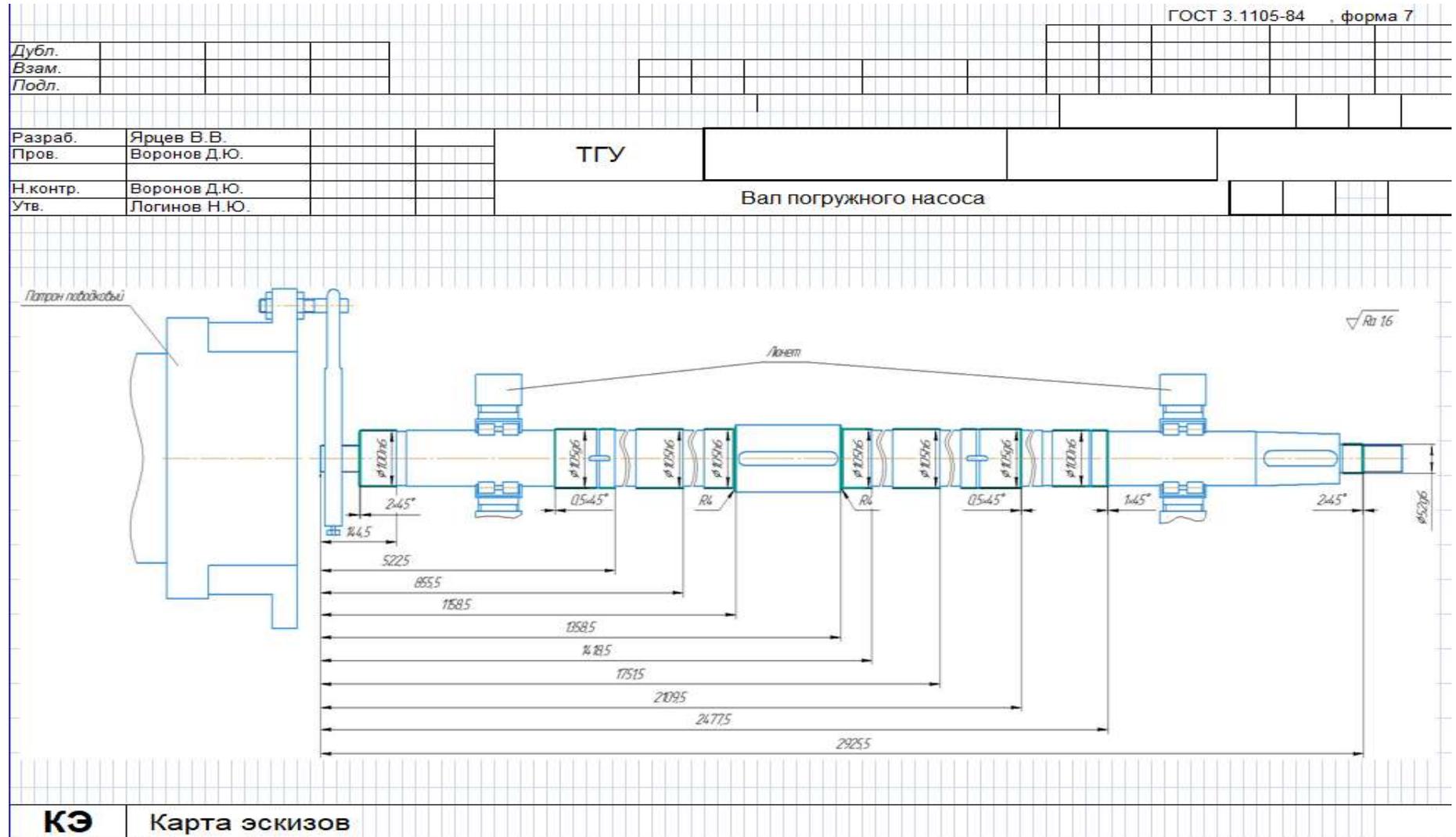
Приложение Б

Операционные карты

Таблица Б.1 – Операционные карты

ГОСТ 3.1404-86 форма 3											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Дубл. Взам. Подл. </div>											
Разраб.		Ярцев В.В.		ТГУ							
Пров.		Воронов Д.Ю.									
Н. контр.		Воронов Д.Ю.		Вал погружного насоса							
Утв.		Логинов Н.Ю.									
Наименование операции			Материал		Твердость		Профиль и размеры		МЗ КОИД		
Токарная Переход 1			12ХГНМ		EB MD		2851x120		289 1		
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		То Тв		Тшт.		СОЖ		
Токарно-фрезерный центр 1728С			-		801		871,9		5% эмульсия		
Р			ПИ		D или B		L		t i S n V		
01											
02	<i>Патрон поводковый, люнет самоцентрирующийся</i>										
03	<i>Точить поверхности, выдерживая размеры согласно с эскизом</i>										
04	<i>Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroTurn T-Max P формы C</i>										
05	<i>Штангенциркуль и микрометр</i>										
06											
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
OK		Операционная карта									

Продолжение таблицы Б.1



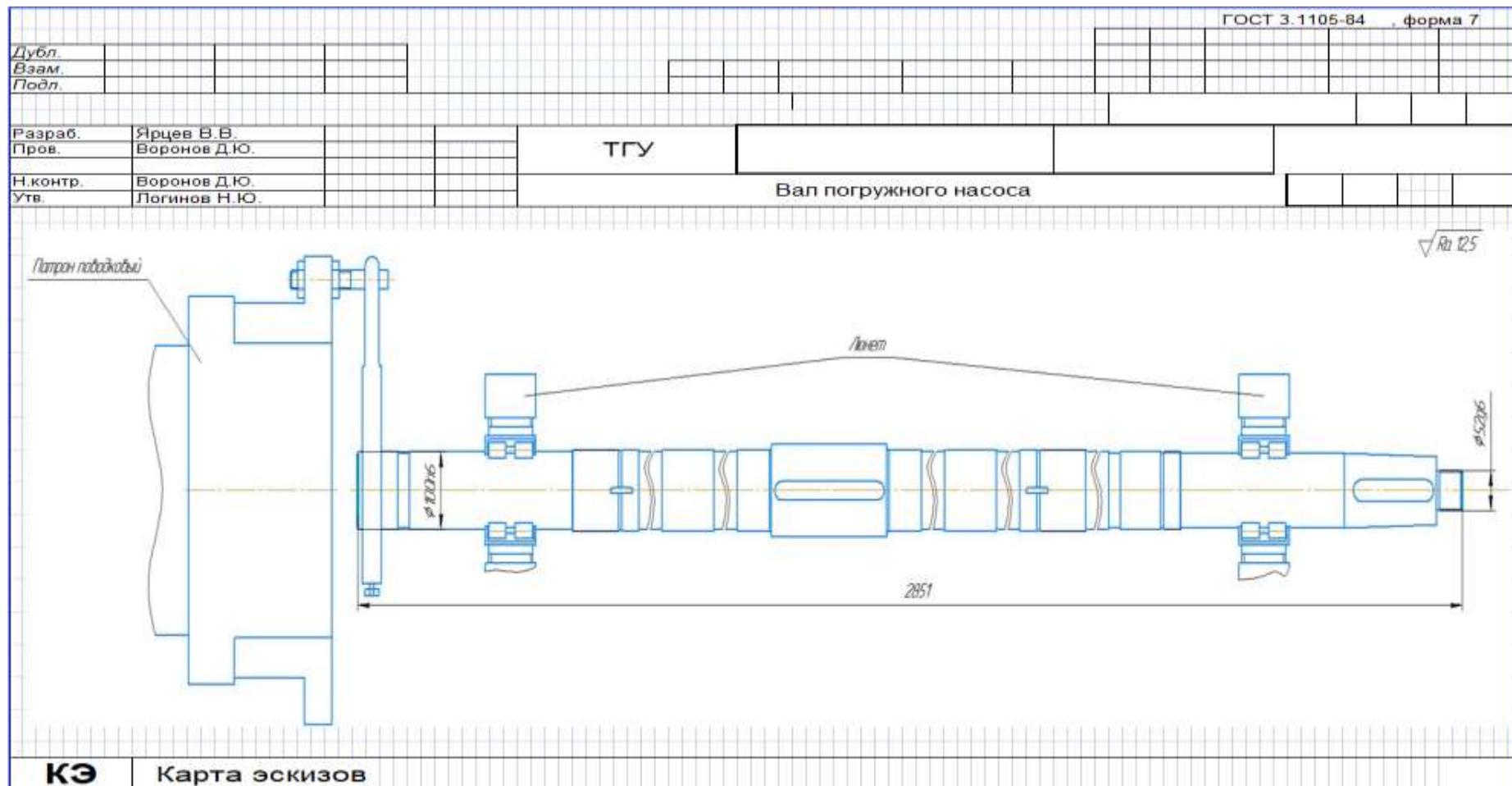
КЭ

Карта эскизов

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
Разраб.	Ярцев В.В.			ТГУ						
Пров.	Воронов Д.Ю.									
Н. контр.	Воронов Д.Ю.			Вал погружного насоса						
Утв.	Логинов Н.Ю.									
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарная Переход 2		12ХГНМ			166	178	2851x120		289	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ		
Токарно-фрезерный центр 1728С		-		80			92,7	5% эмульсия		
Р		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V	
01										
02	<i>Патрон поводковый, люнет самоцентрирующийся</i>									
03	<i>Точить поверхности, выдерживая размеры согласно с эскизом</i>									
04	<i>Призматическая державка с креплением iLock; Режущая пластина CoroCut QD</i>									
05	<i>Штангенциркуль и микрометр</i>									
06										
07										
08										
09										
10										
11										
12										
13										
OK	Операционная карта									

Продолжение таблицы Б.1



Приложение В
Спецификация

Таблица В.1 – Спецификация

		Формат	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		Зона					
Перв. примен.					<u>Документация</u>		
		А3		22.БР.ОТМП.263.50.000 СБ	Сборочный чертеж	1	
					<u>Детали</u>		
Справ. №			1	22.БР.ОТМП.263.50.001	Заготовка	1	
			2	22.БР.ОТМП.263.50.002	Внутренняя стенка Станеля	1	
			3	22.БР.ОТМП.263.50.003	Внешняя стенка Станеля	1	
			4	22.БР.ОТМП.263.50.004	Крышка Верхняя	1	
			5	22.БР.ОТМП.263.50.005	Крышка Нижняя	1	
			6	22.БР.ОТМП.263.50.006	Втулка	30	
Подп. и дата							
					<u>Стандартные изделия</u>		
			7		Рыч-болт ГОСТ 4751-73	2	
			8		Винт М6 ГОСТ 1491-80	24	
			9		Гайка М48 ГОСТ 5915-70	2	
			10		Шайба М50 ГОСТ 13438-68	2	
Взам. инв. №			11		Шайба М6 ГОСТ 11371-78	24	
			12		Шайба М9 ГОСТ 11371-78	2	
Подп. и дата							
Инв. № подл.					22.БР.ОТМП.263.50.000 СБ		
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Ярцев В.В.				Лит.	Лист
	Проб.	Варонов Д.Ю.					Листов
	Н.контр.	Варонов Д.Ю.					1
Утв.	Логинов Н.Ю.				Станель		ТГУ ТМБ-1801а

Копировал

Формат А4