

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»  
(наименование кафедры)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Автомобили и автомобильное хозяйство»

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Повышение эффективности системы энергоснабжения  
автосервисного предприятия. Разработка парогенераторной установки.

Студент

И.К. Михайлюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.А. Ивлиев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Л.Л. Чумаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

И.Ю. Усатова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

И.О. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ »

20 \_\_\_\_\_ г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

Целью этой выпускной квалификационной работы является разработка парогенераторной установки на основе пиролизной печи. Данная работа делится на четыре основные части: проектирование станции технического обслуживания. Разработка парогенератора. Также дается экономический расчет производства парогенератора, безопасность и экологичность данной конструкции. Все четыре части направлены на разработку парогенератора.

В первую очередь обсуждается главная проблема станций технического обслуживания и альтернативное решение этой проблемы, а именно, энергетическую независимость. Затем анализируются аналогичные конструкции пиролизных печей, найденных в интернете. Мы рассматриваем различия между аналогичными печами, чтобы избежать ошибок при разработке собственной конструкции пиролизной печи для парогенератора. В первой выпускной квалификационной работе выдается техническое задание, на основе которого разрабатывается техническое предложение. В технической задаче описывается, как должен выглядеть конечный продукт и его характеристики. Во второй части рассчитывается станция технического обслуживания в соответствии с заданием кафедры. Далее следует экономический расчет, где рассчитана стоимость изготовления парогенератора и стоимость единицы энергии. И, наконец, четвертая часть описывает безопасность при работе и экологичность для окружающих.

Однако требуется больше экспериментальных данных. Работа представляет интерес для узкого круга читателей.

## ABSTRACT

The graduation project consists of an explanatory note on 82 pages, including figures, 27 tables, the list of 15 references including 5 foreign sources and 2 appendices, and the graphic part on 5 A1 sheets, and 1 A2 sheet.

The goal of this diploma paper is to develop a steam generator plant based on a pyrolysis furnace. The graduation work is divided into five main parts. They are: the designing of service station; the development of steam generator set; the engineering design of technological process; the economic calculation of the production of the steam generator set; the environmental safety of this facility. All five parts are aimed at the developing of the steam generator design.

We first discuss the main problem of service stations, and an alternative solution to this problem, namely, energy independence. Then we analyze similar designs of the pyrolysis furnaces found on the internet. We look at the differences between similar furnaces to avoid mistakes during the development of our own design of the pyrolysis furnace for steam generator.

In the first part of the thesis, a technical task is issued on the basis of which a technical proposal is being developed. The technical task describes how the final product and its characteristics should look.

The second part calculates the project of the service station according to the task.

The third part deals with the technological process of stirring blade replacement. Then we describe the safety regulations at work.

A special part of the project gives detailed information about the economic side of this project, in which the cost of manufacturing of the steam generator and of one energy unit are calculated.

Nevertheless, more experimental data are required. The work is of interest for narrow circle of readers.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Проектирование СТО.....	7
1.1 Подбор и утверждение первоначальных сведений.....	7
1.2 Число выполненных за год работ.....	7
1.3 Определение объема работ по ТР и ТО автомобилей за год работы СТО.....	7
1.4 Производственные посты и расчет их количества.....	12
1.5 Распределение работ по основным участкам.....	15
1.6 Вычисления количества мест ожидания и хранения автомобилей.....	16
1.7 Расчет численности производственных и вспомогательных рабочих.....	17
1.7.1 Вычисление численности штата производственных рабочих.....	17
1.8 Расчёт производственных подразделений.....	20
1.8.1 Вычисление производственных отделений, связанных с постовыми работами по ТО и ТР.....	20
1.8.1.1 Моечное и уборочное подразделение.....	20
1.8.1.2 Подразделение, связанное с кузовным ремонтом.....	22
1.8.1.3 Подразделение окраски и покраски.....	22
1.8.1.4 Диагностическое подразделение.....	23
1.8.1.5 Подразделение технического обслуживания и наладки.....	23
1.8.1.6 Участок получения-выдачи отремонтированных Автомобиле.....	24
1.8.2 Установление размеров производственных комнат.....	25
1.8.3 Вычисление размеров производственных помещений.....	27
1.9 Вычисление размеров для склада и вспомогательных помещений.....	28
1.9.1 Вычисление размеров для склада.....	28
1.9.2 Присчитывание площадей второстепенных помещений.....	30
1.10 Объёмно-планировочное решение производственного корпуса..	30
1.10.1 Вычисление суммарного метража производственного здания..	30
1.11 Назначение подразделения главного механика.....	33
1.11.1 Табель используемого технологического оборудования.....	33
1.11.2 Объёмно планировочное подразделения.....	33
2 Разработка парогенераторной установки.....	34
2.1 Анализ аналогов разрабатываемого оборудования.....	34
2.2 Техническое задание на разработку конструкции парогенераторной установки.....	44
2.3 Техническое Предложение.....	47
3 Разработка технологического процесса.....	56

3.1 Технологическая карта «замены лопатки».....	56
4 Безопасность и экологичность технологического объекта.....	62
4.1 Памятка оператору при работе с парогенераторной установкой...	62
4.1.1 Установка парогенераторного котла.....	62
4.2.1 Обязанности оператора.....	62
4.3.1 Техника безопасности.....	63
4.3.1.1 Транспортировка установки.....	63
4.3.1.2 Защита операторов.....	64
4.3.1.3 Перед пуском электростанции.....	64
4.3.1.4 Во время работы.....	64
4.3.1.5 Во время технического обслуживания.....	65
4.3.1.6 Топливо.....	65
4.3.1.7 Очистка зольника парогенератора.....	65
5 Экономический	раз- 66
дел.....	
5.1 Описание установки.....	66
5.2 Расчет затрат.....	66
5.3 Затраты на амортизацию оборудования.....	67
5.4 Энергетические затраты.....	68
5.5 Трудовые затраты.....	69
5.6 Суммарные затраты.....	69
5.7 Стоимость единицы энергии.....	70
Заключение.....	72
Список используемых источников.....	73

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день активно исследуются альтернативные источники энергии, будь то частный дом или предприятие. Человек старается быть независим от электростанций, так как всегда могут случиться сбои, для предприятий это может отразиться на производстве.

Для энергообеспечения малых предприятий, которым относятся станции технического обслуживания автомобилей, в настоящее время применяются газовые котлы, работающие, как правило, на метане. Для питания различных подъёмников, стендов и установок применяется трёхфазный переменный ток. Основной проблемой использования вышеперечисленных источников энергии является зависимость от поставщиков, которые, в некоторых случаях, предъявляют достаточно жёсткие требования по количеству потребления энергии. Если в зимний период потребление газа для отопления производственного корпуса превышает лимит - за это придётся заплатить значительную сумму. В связи с этим, малым предприятиям необходимо иметь альтернативные источники энергии, которыми могут стать парогенераторные установки.

# 1 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТО

## 1.1 Подбор и утверждение первоначальных сведений

В табл. 1.1 представлены первоначальные сведения о СТО

Таблица 1.1 - Первоначальных сведений

Показатели и размерность	Обозначение	Значение
Тип СТО	универсальная	
Средний пробег обслуживаемых автомобилей за один год, км	$L_r$	10 тыс.
Количественное значение автомобилей, зарегистрированных на СТО, чел.	$N_{СТО}$	3000
Число рабочих дней за год, дн.	$D_{РАБ}$	255
Количество смен	$C$	2
Время смены, ч.	$T_c$	8

## 1.2 Число выполненных за год работ

Объём работ по техническому обслуживанию, и текущему ремонту, выполненных в течении года, вычисляется: [1]

$$T = \frac{N_{СТО} \cdot L_r \cdot t}{1000} = \frac{3000 \cdot 10000 \cdot 2,07}{1000} = 62100, \quad 1.1)$$

где  $L_r$  - расстояние пройденное автомобилем за один год, принимаем

$$L_r = 10000 \text{ км};$$

« $t$  - усредненная сложность выполняемых работ по ТР и ТО автомобилей, приходящаяся на 1000 км.» [1]

$$t = t_H \cdot K_{II} \cdot K_{III} = 2,3 \cdot 0,9 \cdot 1 = 2,07, \quad (1.2)$$

где  $t_H$  - « установленная трудоёмкость ТО и ТР, чел.- час на 1000 км пробега, для ТС малого класса принимаем  $t_H = 2,3 \text{ чел.} - \text{ч.} / 1000 \text{ км.} \gg$  [1]

«  $K_{III}$  - коэф-т. изменения усредненной сложности выполняемых работ ТО и ТР для г.Тольятти с умеренным климатом принимаем  $K_{III} = 1,0$  ;» [3]

«  $K_{II}$  - коэф-т. поправки усредненной сложности выполняемых работ ТО и ТР в зависимости от количества рабочих постов на СТО (мощности СТО).» [2]

Для вычисления  $K_{II}$  нужно определить количество рабочих постов на СТО. Выясним среднее количество рабочих мест на СТО:

$$X_{III} = \frac{5,5 \cdot N_{СТО} \cdot L_{Г} \cdot t_H \cdot K_{III}}{10000 \cdot D_{РГ} \cdot T_{СМ} \cdot C} = \frac{5,5 \cdot 3000 \cdot 10000 \cdot 2,3 \cdot 1}{10000 \cdot 255 \cdot 8 \cdot 2} = 9, \quad (1.3)$$

Так как число рабочих постов  $X_{III} < 35$ , то принимаем  $K_{II} = 0,9$ .

Определяем уточненную усредненную сложность операций:

$$t = 2,3 \cdot 1 \cdot 0,9 = 2,1 \text{ чел.} - \text{час.} / 1000 \text{ км} \quad (1.4)$$

Выясним объём выполненных работ за год на СТО.

$$T = \frac{3000 \cdot 10000 \cdot 2,1}{1000} = 63000 \text{ чел.} - \text{ч.} \quad 1.5)$$

### 1.3 Определение объёма работ по ТР и ТО автомобилей за год работы СТО

Уточненное среднее количество рабочих постов на СТО определяется по:

$$X_{\text{ПР2}} = \frac{0,6 \cdot T}{D_{\text{РГ}} \cdot T_{\text{СМ}} \cdot C} = \frac{0,6 \cdot 63000}{255 \cdot 8 \cdot 2} = 9, \quad 1.6)$$

«По сведениям, представленным в таблице 2.8 [1] (сведения представлены для СТО с количеством рабочих постов = 9), производим распределение работ по назначению и локализации их выполнения на СТО. Для удобства расчёты сведены в таблицу 1.2.» [2]

Таблица 1.2 - Назначение работ по участкам и производственным местам

Технологические операций по ТО - ТР	Назнач. работ		Соответствие выполняемых работ			
	%	чел.-ч	на постах		на участках	
Операции по обнаружению и исправлению неисправностей ТС	5	3150	100	3150	-	0
Регулярные мероприятия по обслуживанию ТС	15	9450	100	9450	-	0
Операции проводимые для правильной работы узлов и агрегатов путем смазки	3	1890	100	1890	-	0
Наладка углов колес	4	2520	100	2520	-	0
Отладка тормозных механизмов	3	1890	100	1890	-	0
Электро-технологические операции	20	12600	70	8820	30	3780
Осмотр и настройка системы питания	4	2520	70	1764	30	756
Работы с акк. батареями	2	1200	10	120	90	1080
Работы связанные с шинами	8	5040	30	1512	70	3528
Наладка систем, узлов и агрегатов	14	8820	50	5353	50	4410
Работы, по исправлению геометрии кузова, узлов и агрегатов	11	6930	100	6930	-	0
Работы по окраске	11	6930	100	6930	-	0
Работы обойные	0	0	50	0	50	0

Продолжение таблицы - 1.2

Мех. обработка и создание деталей	0	0	-	-	100	0
Итого:	100	63000	980	50329	420	13554

#### 1.4 - Производственные посты и расчет их количества

Число постов, связанных с разборочно-сборочными и регулировочными работами, ТО и ТР, диагностированием, кузовными и окрасочными работами определяется по формуле: [1]

$$X_i = \frac{T_{ГПi} \cdot K_H}{D_{РГ} \cdot T_{СМ} \cdot C \cdot P_{СР} \cdot K_{ИСП}}, \quad (1.7)$$

где « $T_{ГПi}$  - объём соответствующего вида работ, выполняемый непосредственно на автомобиле, чел.ч., принимается из табл. 1.2;»[2]

« $K_H$  - коэффициент неравномерности поступления автомобилей на посты СТО в связи со случайным характером возникновения отказов и неисправностей,  $K_H = 1,15$  ;»[1]

« $K_{ИСП}$  - коэффициент использования рабочего времени поста, при двухсменном режиме работы принимаем  $K_{ИСП} = 0,94$  ;»[3]

« $P_{СР}$  - средняя численность одновременно работающих на одном посту, принимается для постов моечно-уборочных работ, ТО и ТР - 2 чел., для кузовных и окрасочных работ – 1 чел., для приемки выдачи и диагностики автомобилей - 1 чел.»[1]

Расчетные данные и результаты вычислений числа рабочих постов для каждого вида работ приводятся в табл. 1.3.

Таблица 1.3 - Расчет числа рабочих постов [6]

Перечень технологических операций по ТО - ТР	Объёмы постовых работ $T_{гпi}$ чел.-ч.	$K_H$	$K_{исп}$	$P_{cp}$ чел.	Количество постов $X_i$
Операции по обнаружению и исправлению неисправностей ТС	3150	1,15	0,94	1	1,1
Регулярные мероприятия по обслуживанию ТС	9450	1,15	0,94	2	1,7
Операции проводимые для правильной работы узлов и агрегатов путем смазки	1890	1,15	0,94	2	0,34
Наладка углов колес	2520	1,15	0,94	2	0,46
Отладка тормозных механизмов	1890	1,15	0,94	2	0,34
Электро-технологические операции	8820	1,15	0,94	2	1,6
Осмотр и настройка системы питания	1764	1,15	0,94	2	0,32
Работы с акк. Батареями	120	1,15	0,94	2	0,02
Работы связанные с шинами	1512	1,15	0,94	2	0,28
Наладка систем, узлов и агрегатов	5353	1,15	0,94	2	0,8
Работы, по исправлению геометрии кузова, узлов и агрегатов	6309	1,15	0,94	1	1,7

Продолжение таблицы 1.3

Работы по окраске	6930	1,15	0,94	1	1,7
Работы обойные	0	0	0	0	0
Мех. обработка и создание деталей	0	0	0	0	0
Итого:	47789	13,8	12,22	21	10,04

## 1.5 Распределение работ по основным участкам

Группировка работ приведена в табл. 1.4

Таблица 1.4 - Виды работ и количество постов для их выполнения [6]

Перечень технологических операций по ТО – ТР	Число постов по номерам работ				
	Участок Диагностирования	Участки ТО	Участки ТР	Участок кузовного ремонта	Участок покраски
Операции по обнаружению и исправлению неисправностей ТС	1,1				
Регулярные мероприятия по обслуживанию ТС		1,7			
Операции проводимые для правильной работы узлов и агрегатов путем смазки			0,34		
Наладка углов колес		0,46			
Отладка тормозных механизмов			0,34		
Электро-технологические операции		1,6			
Осмотр и настройка системы питания			0,32		
Работы с акк. батареями			0,02		
Работы связанные с шинами		0,28			

Продолжение таблицы 1.4

Наладка систем, узлов и агрегатов			0,8		
Работы, по исправлению геометрии кузова, узлов и агрегатов				1,3	
Работы по окраске					1,7
Работы обойные					
Мех. обработка и создание деталей					
Итого постов на участках:	1,1	6,04		1,7	1,7
принятое число	1	6		2	2

1.6 Вычисления количества мест ожидания и хранения автомобилей

Суммарное число автомобиле-мест ожидания на участках станций технического обслуживания вычисляется по формуле:

$$X_o = 0,5 \cdot X_{\Sigma} = 0,5 \cdot 9 = 5,5 \sim 5, \quad (1.8)$$

Число мест стоянки автомобилей стоит выбрать из нормативного значения на один рабочий пост и определяется по формуле:

$$X_x = K_H \cdot X_{\Sigma} = 3 \cdot 9 = 27 \text{ авт.-м.} \quad (1.9)$$

где  $X_{\Sigma}$  - суммарное число рабочих постов на СТО из табл. 1.4.  $X_{\text{а}}=9$  постов

$K_H$  - удельное количество автомобиле-мест хранения на один рабочий пост, для городских СТО принимаем  $K_H = 3$ .

Количество мест для стоянки автомобилей клиентов и персонала СТО вне территории предприятия определяется по ф. 1.9 с учетом того что 2 автомобиле-места приходится на 1 рабочий пост:  $X_{КуП} = 2 \cdot 9 = 18$  авт.-м.

## 1.7 Расчет численности производственных и вспомогательных рабочих

### 1.7.1 Вычисление численности штата производственных рабочих

Штатное число рабочих – это необходимое число рабочих для выполнения полного годового объёма производственных работ, вычисляемое по формуле:

$$P_{ш} = \frac{T_i}{\Phi_{эф}}, \quad (1.10)$$

где  $T_i$  – объём работ, выполняемых в подразделении за год, чел.-ч.;

$\Phi_{эф}$  – количество рабочих часов в год с учётом возможных потерь, ч.

Остаточная часть называется явочным числом рабочих и определяется по формуле:

$$P_{я} = \frac{T_i}{\Phi_H}, \quad (1.11)$$

где  $\Phi_H$  – количество рабочих часов в год без учёта возможных потерь, ч.

Количество рабочих часов в год производственного персонала представлены в табл. 1.5

Таблица 1.5 - Количество рабочих часов в год производственного персонала

Профессии рабочих	Количество		Количество рабочих часов в год, ч.	
	часов в рабочей неделе.	дней в основном отпуске	без учёта возможных потерь	с учётом возможных потерь
Маляр	36	24	1830	1610
Рабочие всех прочих профессий	41	24	2070	1820

Полученные расчётным образом данные сведены в табл. 1.6.

Таблица 1.6 - Распределение штата производственных рабочих по подразделениям

Производственная часть	Объём выполняемых работ в производственной части	Штатное количество рабочих		Явочное количество рабочих			
		Расчетное	Принятое	Расчетное	Принятое	Смены	
						1	2
Участок диагностических работ	3150	2,1	2	1,9	2	1	1
Участок техобслуживания и текущего ремонта	28350	21,6	22	18,9	19	10	9
Участок кузовных работ	6930	3,5	4	3,04	3	2	1
Участок окрасочных работ	6930	5,2	5	4,6	5	3	2
Отделение ремонта и обкатки агрегатов	8820	2,9	3	2,6	3	2	1
Отделение ремонта сист. питания и др....	6884	3,8	4	3,3	3	2	1
Отделение по ремонту и восстановлению шин	5040	2,4	2	2,3	2	1	1
Итого	63000	41,2	42	18	37	21	16

## 1.8 Расчёт производственных подразделений

1.8.1 Вычисление производственных отделений, связанных с постовыми работами по ТО и ТР

### 1.8.1.1 Моечное и уборочное подразделение

Объём работ по уборке и мойке в год для городской СТО вычисляется по формуле:

$$T_{УМР}^Г = N_{СТО} \cdot d \cdot t_{УМР}, \quad (1.12)$$

где  $d$  - количество заездов одного автомобиля на СТО в год для проведения уборочно-моечных работ вычисляется по формуле:

$$d = L_r / H, \quad (1.13)$$

где  $H$  - средний пробег автомобиля между проведением УМР, принимаем  $H = 1000$  км.

$t_{УМР}$  - средняя трудоёмкость УМР, принимаем для легковых автомобилей

$$t_{УМР} = 0,5 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

По формуле 1.12 и 1.13

$$d = 10000 / 1000 = 10 \text{ заездов},$$

$$T_{УМР}^Г = 3000 \cdot 9 \cdot 0,5 = 13500 \text{ чел.} - \text{ч.},$$

Число постов с механизированными средствами мойки, рассчитывается по формуле:

$$X_{KM} = \frac{N_{CCM} \cdot \varphi_{YMP}}{T_o \cdot H_o \cdot \eta_{YMP}}, \quad (1.14)$$

где  $N_{CCM}$  - суточное число заездов автомобилей на участок для производства уборочно-моечных работ;

$$N_{CCM} = N_{СТО} \cdot d / D_{РАБ}, \quad (1.15)$$

$$N_{CCM} = 3000 \cdot 9 / 255 = 105,8 \approx 106 \text{ шт.}$$

$T_o$  - время работы моечного оборудования в сутки, час;

$H_o$  - «число автомобилей, обслуживаемых моечной установкой за час, принимаем  $H_o = 20 \text{ авт./ч.}$  ;» [2]

$\varphi_{YMP}$  - «коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей на посты уборочно-моечных работ, для СТО, имеющих более 30 постов  $\varphi_{YMP} = 1,2$  ;» [2]

$\eta_{YMP}$  - «коэффициент использования рабочего времени поста, для участка уборочно-моечных работ принимается равным 0,9.» [2]

По формуле 1.14

$$X_{\text{км}} = \frac{106 \times 1,2}{16 \times 6 \times 0,9} = 1,5 \gg 2 \text{ линии,}$$

### 1.8.1.2 Подразделение, связанное с кузовным ремонтом

Данные о подразделении связанные с кузовным ремонтом представлены в табл. 1.7

Таблица 1.7 - Подразделение, связанное с кузовным ремонтом

Характеристики участка, единицы измерения	Условное обозначение	Численное значение
Объём работ, выполняемых за год, чел. - ч.	$T$	6930
Рабочее время участка в сутки, ч.	$T_{об}$	16
Явочное число рабочих, чел.	$P_{я}$	3
Количество производственных постов участка	$X_i$	2

### 1.8.1.3 Подразделение окраски и покраски

Данные о подразделении связанные с окраской и покраской представлены в табл. 1.8

Таблица 1.8 - Подразделение окраски и покраски

Характеристики участка, единицы измерения	Условное обозначение	Численное значение
Объём работ, выполняемых за год, чел. - ч.	$T$	6930
Рабочее время участка в сутки, ч.	$T_{об}$	16
Явочное число рабочих, чел.	$P_{я}$	5

Продолжение таблицы 1.8

Количество производственных постов участка	$X_i$	2
--	-------	---

1.8.1.4 Диагностическое подразделение

Данные о подразделении связанные с диагностикой представлены в табл. 1.9

Таблица 1.9 - Диагностическое подразделение

Характеристики участка, единицы измерения	Условное обозначение	Численное значение
Объём работ, выполняемых за год, чел. - ч.	$T$	3150
Рабочее время участка в сутки, ч.	$T_{об}$	16
Явочное число рабочих, чел.	$P_{я}$	2
Количество производственных постов участка	$X_i$	1

1.8.1.5 Подразделение технического обслуживания и наладки

Данные о подразделении связанные с техническим обслуживанием и наладки представлены в табл. 1.10

Таблица 1.10 - Подразделение технического обслуживания и наладки

Характеристики участка, единицы измерения	Условное обозначение	Численное значение
Объём работ, выполняемых за год, чел. - ч.	$T$	28350
Рабочее время участка в сутки, ч.	$T_{об}$	16

Продолжение таблицы 1.10

Явочное число рабочих, чел.	$P_{я}$	19
Количество производственных постов участка	$X_i$	6

#### 1.8.1.6 Участок получения-выдачи отремонтированных автомобилей

Количество постов на участке получения-выдачи отремонтированных автомобилей определяется по формуле:

$$X_{PP} = \frac{2 \cdot N_{Ci} \cdot K_H}{T_{CM} \cdot C \cdot A_{PP}}, \quad (1.16)$$

где  $N_C$  - количество заездов автомобилей в день на СТО, авт./сут.

количество заездов автомобилей в день определяется по формуле:

$$N_C = \frac{N_{СТГ} \cdot d_H}{Д_{РГ}}, \quad (1.17)$$

где  $d_H$  - количество заездов автомобиля на СТО в год одного дня для проведения диагностики автомобиля, принимаем  $d_H = 2$ .

По формуле 1.17

$$N_C = \frac{3000 \cdot 2}{255} = 23,5 \approx 24 \text{ авт.} - \text{з.},$$

$K_H$  - коэффициент неоднородности поступления автомобилей на посты получения-выдачи отремонтированных автомобилей, принимаем для средней СТО  $K_H = 1,1$ .

$A_{ПР}$  - количество автомобилей проходящих через пост получения в час, для городских СТО принимается  $A_{ПР} = 3,0$  авт./час .

По формуле 1.16

$$X_{ПР} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 1,1}{8 \cdot 2 \cdot 3} = 1,1 \approx 1 \text{ пост} ,$$

Объем работ на участке получения и выдачи автомобилей определяется по формуле:

$$T_{ПВ} = N^Г \cdot t_{ПВ} , \quad (1.18)$$

$$T_{ПВ} = 3000 \cdot 0,2 = 600 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

где  $t_{ПВ}$  - трудовые затраты получения - выдачи одного отремонтированного автомобиля, определяем для легковых автомобилей малого класса

$$t_{ПВ} = 0,2 \text{ чел.} - \text{ч.}$$

### 1.8.2 Установление размеров производственных комнат

Участок зон постовых работ ТО и ТР ( $\text{м}^2$ ) рассчитываются путём анализа по формуле: [1]

$$F_i = f_a \cdot X_i \cdot K_{П} , \quad (1.19)$$

где  $f_a$  - размер горизонтальной вида автомобилей. для автомобилей малого класса  $f_a = 5 \cdot 1,9 = 9,5 \text{ м}^2$

$X_i$  - количество постов в данной зоне;

$K_{II}$  - коэффициент уплотнения расстановки рабочих постов зависит от размера автомобиля и размещения постов.

Данные о площади участков постовых работ проведения технического обслуживания (ТО) и место проведения ремонта, текущего (ТР) автомобильного транспорта представлены в табл. 1.11

Таблица 1.11 - Площадь участков постовых работ проведения ТО и место проведения ТР автомобильного транспорта [4]

Название производственного подразделения	Размер вида $f_a$ , м <sup>2</sup>	Количество рабочих постов на участке $X_i$ ,	$K_{II}$	Расчетный размер $f_a$ , м <sup>2</sup>
Участок для диагностирования	9,5	2	4	76
Участок для проведения технического обслуживания, ТО	9,5	6	4	228
Место проведения ремонта текущего, ТР	9,5	4	4	
Место проведения жестяных работ	9,5	2	6	114
Место проведения покрасочных работ	9,5	2	5	95
Место помывки автомобиля	9,5	2	4	76

Продолжение таблицы 1.11

Участок получения-выдачи	9,5	1	4	38
В итоге	66,5	19	31	627

### 1.8.3 Вычисление размеров производственных помещений (цехов)

Размер производственных помещений можно вычислить по удельной площади на каждого работника в самую нагруженную смену:

$$F_y = f_1 + f_2(P_a - 1), \quad (1.20)$$

где  $F_y$  – размер помещения (цеха), м<sup>2</sup>;

$f_1$  – удельный размер на первого работника, м<sup>2</sup> (Приложение 7);

$f_2$  – удельный размер на каждого следующего работника, м<sup>2</sup> (Приложение 7);

$P_a$  – наибольшее количество рабочих за смену.

Данные о Размер помещений постовых работ ТО и ТР представлены в табл. 1.12

Таблица 1.12 - Размер помещений постовых работ ТО и ТР

Название производственного подразделения	$f_1, \text{ м}^2$	$f_2, \text{ м}^2$	Число работников в самую загр. смену, ч.	Размер помещений $F_y, \text{ м}^2$
Отдел по ремонту агрегатов	19	12	2	31

Продолжение таблицы 1.12

Отделение по ремонту топливной системы, отдельных её элементов и проведения работ по ремонту электронного оборудования	18	13	2	31
Отдел занимающийся шиномонтажем	15	13	1	15
Отдел перешивки салона	15	4	0	0
Отдел сварочно-жестяных работ	15	10	0	0
Отдел мелкого ремонта	15	10	0	0
<b>В итоге</b>	<b>97</b>	<b>62</b>	<b>5</b>	<b>77</b>

### 1.9 Вычисление размеров для склада и вспомогательных помещений

#### 1.9.1 Вычисление размеров для склада

Размер для склада городских СТО вычисляются согласно нормативным удельным размерам, приходящимся на 1000 полностью обслуживаемых формально транспортных средств по формуле.

$$F_{CKi} = \frac{N_{CTO} \cdot f_{yi}}{1000} \cdot K_{CT} \cdot K_P \cdot K_L, \quad (1.21)$$

где  $f_{yi}$  - удельным размерам, приходящимся на 1000 полностью обслуживаемых формально транспортных средств, м<sup>2</sup>/1000 авт.

$K_{CT}$  - коэффициент, учитывающий габариты и высоту складирования паллетов, эксплуатируемых на СТО.

$K_p$  - коэффициент учета разновидности моделей автопарка обслуживаемых автомобилей, принятый для универсальных СТО –  $K_p = 1,3$ .

$K_L$  - коэффициент учета логистического подхода при моделирования запасов для склада, принимаем  $K_L = 0,5$ .

Вычисление размеров для склада оформляются в виде табл. 1.13.

Таблица 1.13 - Размер склада проектируемой СТО

Название склада	Удельный размер, $m^2$	$K_{ст}$	$K_L$	Вычисляемый размер склада	Принятый размер склада
Склад для деталей прибывающих в запасе	32	1	0,5	72,8	73
Складское помещение для двигателей, агрегатов и узлов	12	1	0,5	27,3	27
Горючие материалы	6	1	0,5	13,65	14
Шинное хранилище	8	1	0,5	18,2	18
Материалы для покрасочных работ	4	1	0,5	9,1	9
Материалы для смазки	6	1	0,5	13,65	14
Баллон с кислород и ацетиленом	4	1,6	0,5	14,56	15
Промежуточное хранилище	1,6 $m^2$ на 1 пост	1	1	17,6	18
В итоге	-	-	-	186,8	188

Размер гостевой комнаты для клиентов определяется по формуле:

$$F_{\text{кл}} = 10 \cdot X_{\text{об}} = 10 \cdot 11 = 110 \text{ м}^2 \quad (1.22)$$

Размер магазина принимаем как 30 % от общей площади гостевой комнаты и определяется по формуле.

$$F_{\text{МАГ}} = 0,3 F_{\text{КЛ}} = 0,3 \cdot 110 = 33 \text{ м}^2 \quad (1.23)$$

### 1.9.2 Присчитывание площадей второстепенных помещений [1];[2]

Площадь комнаты с компрессорным оборудованием не менее:  $F_{\text{к}} = 20 \text{ м}^2$  по СНиП 11-89-80.

Площадь комнаты с трансформатором:  $F_{\text{тр}} = 27 \text{ м}^2$  по СНиП 11-89-80.

Площадь комнаты теплового узла:  $F_{\text{ту}} = 9 \text{ м}^2$  по СНиП 11-89-80.

Площадь комнаты с насосным оборудованием:  $F_{\text{н}} = 9 \text{ м}^2$  по СНиП 11-89-80

## 1.10 Объёмно-планировочное решение производственного корпуса

### 1.10.1 Вычисление суммарного метража производственного здания

Масштаб производственного здания.

$$F_{\text{пр}} = 120 \cdot X_{\Sigma}, \quad (1.24)$$

$$F_{\text{пр}} = 120 \cdot 11 = 1320 \text{ м}^2$$

Рассчитанные и действительные размеры производственных комнат выведены в табл. 1.14

Таблица 1.14 - Размеры комнат СТО

Обозначение участков, комнат	Размеры по вычислениям, м <sup>2</sup>	Утвержденный размер, м <sup>2</sup>
2	3	4
Размеры производственных помещений		
Участок диагностирования и проверки	76	72
Проведение обслуживания	228	324
Место проведения жестяных работ	114	216
Место окраски	95	234
Место помывки автомобиля	76	51
Место получения и выдачи автомобиля	38	80
Отдел по ремонту агрегатов	31	50
Отдел по ремонту топливной системы, отдельных ее элементов и проведения работ по ремонту электронного оборудования	31	50
Отдел занимающийся шиномонтажем	15	20
Место ожидания	72	100
В итоге:	776	1197
Размеры хранилищ		
Склад для деталей пребывающих в запасе	72,8	73

Продолжение таблицы 1.14

Складское помещение для двигателей, агрегатов и узлов	27,3	27
Горючие материалы	13,65	14
Шинное хранилище	18,2	18
Материалы для смазки	9,1	9
Материалы для покрасочных работ	13,65	14
Баллоны с кислородом и ацетиленом	14,56	16
Промежуточное хранилище	17,6	30
В итоге:	190	201
<b>Размеры административно-бытовых помещений</b>		
Кабинеты инженерно-технических работников	-	20
Комната составления документов	-	36
Комната диагностов	-	18
Комната для заказчиков и мойщиков	-	20
Гостевая комната(на 1-м этаже)	-	36
Подсобные помещения	-	100
В итоге:	-	230
<b>Размеры других помещений</b>		
Сан. узлы	-	20
Коридоры	-	40
В итоге:	-	100
Всего:	966	1728

### 1.11 Назначение подразделения главного механика

В подразделении главного механика расположен установка выработки электроэнергии, верстак и стол.

#### 1.11.1 Табель используемого технологического оборудования

Используемое в данном подразделении оборудование представлено в таблице 1.15

Таблица 1.15 Табель тех.оборудования

№	Наименование оборудования	Количество	Размер в плане, мм
1	Парогенераторная установка	1	2800x2300
2	Верстак	1	1200x700
3	Стол	1	1000x600

#### 1.11.2 Объемно планировочное решение подразделения

Проектируемое подразделение имеет в плане размеры: [2]

- 1) Длина – 6 м
- 2) Наибольшая ширина – 6 м
- 3) Высота - 3 м

В данном подразделении предусмотрено искусственное освещение – лампами дневного света.

Планировочное решение электротехнического подразделения выполнено в виде чертежа на листе формата А1

## 2 Разработка парогенераторной установки

### 2.1 Анализ аналогов разрабатываемого оборудования

В рамках выпускной квалификационной работы при проектировании парогенератора на основе пиролизной печи необходимо провести анализ схожего проектируемого оборудования. В результате проведённого анализа были выявлены 5 наиболее подходящих аналогов оборудования.

Отопительный пиролизный котел Траян серии ТБ-15 двухконтурный. Второй контур можно дооснастить клапаном аварийного охлаждения. Твердотопливный котел Траян ТБ-15 (Рис.1) предназначен для отопления помещений до 160 кв. метров (высота потолка до 2,7 м). У котла представлена возможность подключения ТЭНа мощностью до 15 кВт, чтобы поддержать температуру теплоносителя в системе отопления после прогорания топлива. Время работы котла от одной закладки при правильной эксплуатации составляет 8-10 часов. Используемое топливо: дрова, топливные брикеты, торфяные брикеты; максимальная длина полена 55 см. Технические характеристики пиролизного котла представлены в табл. 2.1 [19]



Рисунок 1 - Твердотопливный котел Траян ТБ-15.

Таблица 2.1 - Технические характеристики «Траян ТБ-15».

Мощность, кВт	15
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	90
КПД, %	85
Размеры (ВхШхГ), мм	910x760x480
Объем воды в котле, л	28
Цена, руб.	46000

Пиролизный котёл Lavoro eco C new-12 (Рис. 2) - это экологически безопасное оборудование, поскольку в дымовых газах на выходе практически не содержится вредных веществ.

Котлы «Lavoro Eco» отопительные водогрейные длительного горения серии С номинальной теплопроизводительностью до 12 кВт, предназначены для отопления жилых и производственных помещений, таких как, гаражи, теплицы, производственные цеха и т.п. Технические характеристики пиролизного котла представлены в табл. 2.2 [19]



Рисунок 2 - Пиролизный котёл Lavoro eco C new-12.

Котлы «Lavogo Eсо» - это экономичное оборудование, так как вторично подвергаются горению дымовые газы, что обеспечивает высокий КПД до 85% и увеличивает время горения.

Газогенераторные котлы длительного горения топятся любыми видами древесины (лиственных пород). Единственное условие - ограничение по влажности (не более 20-25% влажности)

Таблица 2.2 - Технические характеристики «Lavogo есо С new-12».

Мощность, кВт	10
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	100
КПД, %	85
Размеры (ВхШхГ), мм	1250х530х800
Объем воды в котле, л	18
Цена, руб.	50000

Твердотопливные котлы Траян ТР18 (рис. 3) – это модернизированная серия котлов «Т» в которые внесены изменения: [19]

1) Добавлена передняя водяная рубашка, что дает большую теплообменную поверхность.

2) Добавлены теплосъемные поверхности в финальном дымоотводящем канале – турбулизаторы, охлаждаемые теплоносителем (завихрители), тем самым КПД увеличилось до 93 %.

3) Внутренние полки выполнены из полнотелого шамотного кирпича, благодаря чему повышается температура сгорания в котле и более равномерный нагрев теплоносителя.

4) Появилась возможность регулировки подачи вторичного воздуха.

Технические характеристики пиролизного котла представлены в табл.

## 2.3



Рисунок 3 - Твердотопливные котлы Траян TP18

Таблица 2.3 - Технические характеристики «Траян TP18».

Мощность, кВт	18
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	200
КПД, %	92
Размеры (ВхШхГ), мм	1050x530x1150
Объем воды в котле, л	49
Цена, руб.	65000

Твердотопливные пиролизные котлы отопления "Буржуй-К" СТАНДАРТ-20 (рис. 4) имеют максимальную мощность 20 кВт и способны отапливать помещения площадью до 200м<sup>2</sup>. Пиролизные котлы отопления СТАНДАРТ-20 могут применяться не только в довольно больших жилых домах, но и могут служить для отопления административных и хозяйственных построек, коммерческих помещений, например, магазины. Технические характеристики пиролизного котла представлены в табл. 2.4 [19]



Рисунок 4 - Пиролизный котёл Буржуй-К Стандарт 20.

Пиролиз обеспечивает длительную работу агрегата – на одной закладке до 12 часов. Оборудование легко встраивается в существующую систему водяного отопления.

Таблица 2.4 - Технические характеристики «Буржуй-К Стандарт 20».

Мощность, кВт	20
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	200
КПД, %	85
Размеры (ВхШхГ), мм	950x480x750
Объем воды в котле, л	30
Цена, руб.	60000

Пиролизный котёл ТРАЯН ТПГ-20 (рис. 5) представляет собой твердо-топливные котлы длительного верхнего горения 20 кВт (тип свеча), в отличие от аналогов котлы ТПГ-20 прямоугольную форму, которая позволяет закладывать 250 дм<sup>3</sup> топлива длиной до 45 см. Технические характеристики пиролизного котла представлены в табл. 2.5 [19]



Рисунок 5 - Пиролизный котёл ТРАЯН ТПГ-20.

Преимуществами котла являются:

- 1) Позволяет отапливать любые помещения с площадью до 200 м<sup>2</sup>: коттеджи, загородные дома и др.
- 2) Вместительный зольный ящик, силовой механизм (механическая лебедка), который позволяет поднимать телескопический механизм без усилий.
- 3) Допускается работа котла на угле и древесных отходах.
- 4) Расчетная продолжительность горения от одной закладки сухого топлива 12 часов при условии соблюдения правильности эксплуатации.

Таблица 2.5 - Технические характеристики «ТРАЯН ТПГ-20».

Мощность, кВт	20
Отапливаемая площадь, м <sup>2</sup>	170
КПД, %	82
Размеры (ВхШхГ), мм	1845x900x750
Объем воды в котле, л	65
Цена, руб.	72000

«Для проведения достоверной оценки качества технологического оборудования была произведена оценка оборудования с учетом всех групп показателей качества, что требует определенной формализации процесса оценки. Если единичные показатели качества  $P_i$  могут быть выражены количественно, то их уровень может быть соотнесен со значением показателя, принятого за базу  $P_{i0}$  (обычно это показатель хорошо зарекомендовавшего себя оборудования, в полной мере соответствующего современным требованиям). Когда увеличение абсолютного значения единичного показателя качества приводит к улучшению качества, уровень показателя выражают отношением  $U_i = P_i/P_{i0}$ . В противном случае, когда увеличение приводит к ухудшению качества оборудования, уровень качества выражают отношением  $U_i = P_{i0}/P_i$ . Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю». [13]

На (Рис.7) приведена циклограмма определения технического уровня пяти вариантов пиролизных котлов (пиролизный котёл 1, пиролизный котёл 2, пиролизный котёл 3, пиролизный котёл 4, пиролизный котёл 5). На линии 1 отложены уровни показателя мощности (кВт), на линии 2 – отопительная площадь ( $m^2$ ), на линии 3 – объем камеры сгорания (л), на линии 4 – размер ( $m^3$ ), на линии 5 – цена (руб.)». [13]

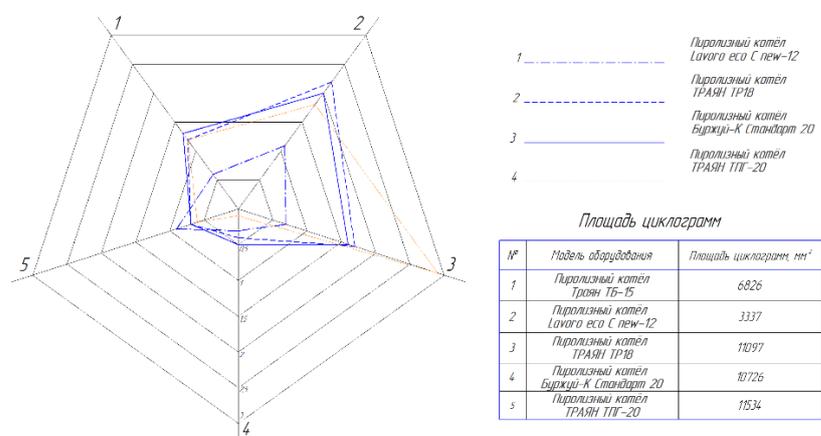


Рисунок 6 - Циклограмма и обозначения.

На циклограмме сравнивалось аналогичное оборудование по общим параметрам, указанным в таблице «Технические характеристики» (Рис.8)

### *Технические характеристики*

№	Параметры	Троян ТБ-15		Lavogato C new-12		Троян ТР18		Буржуа-4 Стандарт 20		Троян ТПГ-20	
1	Мощность кВт	15	1	10	0,6	18	1,2	20	1,3	20	1,3
2	Отпигельная площадь кв.м	90	1	100	1,1	200	2,2	180	2	170	1,8
3	Объем камеры сгорания л	85	1	60	0,7	110	1,2	100	1,1	250	2,9
4	Размеры м <sup>3</sup>	0,25	1	0,66	0,3	0,55	0,4	0,45	0,5	1,6	0,1
5	Цена	46000	1	50000	0,9	65000	0,7	60000	0,7	72000	0,6

Рисунок 8 - Сравнительная таблица.

Из построенной циклограммы видно, что пиролизная печь модели *Троян ТР-18* в среднем по четырем показателям из пяти превосходит стенды других, представленных, моделей и имеет существенно большую общую площадь циклограммы. Таким образом, технический уровень стенда *Троян ТР-18* выше технического уровня остальных стендов.

«Также, показатели качества, входящие в группу, и тем более - в разные группы, могут играть различную роль в общей совокупности свойств, отражающих качество оборудования. Часто показатели назначения важнее показателей надежности, а показатели надежности существенно важнее показателей транспортабельности технологического оборудования. Результаты пиролизных котлов вносятся в конъюнктурный лист представленный на табл. 2.6 [13]

Таблица 2.6 - Конъюнктурный лист

Конъюнктурный лист																	
Оценки технологического оборудования																	
Характеристики	Степень значимости, С	Базовое значение, P <sub>10</sub>	Пиролизный котёл Траян ТБ-15			Пиролизный котёл Lavogoso C new-12			Пиролизный котёл Траян ТР18			Пиролизный котёл Буржуй-К Стандарт 20			Пиролизный котёл Траян ТПГ-20		
			Факт. знач. P <sub>i</sub>	У <sub>i</sub>	П <sub>i</sub>	Факт. знач. P <sub>i</sub>	У <sub>i</sub>	П <sub>i</sub>	Факт. знач. P <sub>i</sub>	У <sub>i</sub>	П <sub>i</sub>	Факт. знач. P <sub>i</sub>	У <sub>i</sub>	П <sub>i</sub>	Факт. знач. P <sub>i</sub>	У <sub>i</sub>	П <sub>i</sub>
Мощность кВт	30%	15	15	1	30	10	0,6	18	18	1,2	36	20	1,3	39	20	1,3	39
Отопительная площадь кв.м	25%	90	90	1	25	100	1,1	27,5	200	2,2	55	180	2	50	170	1,8	45
Объем камеры сгорания. л	10%	85	85	1	10	60	0,7	7	110	1,2	12	100	1,1	11	250	2,9	29

Продолжение таблицы 2.6

Размеры м <sup>3</sup>	5%	0,25	0,25	1	5	0,66	0,3	1,5	0,25	0,4	2	0,45	0,55	2,55	1,6	0,1	0,5
Цена	30%	46000	46000	1	30	50000	0,9	27	65000	0,7	21	60000	0,7	21	72000	0,6	18
Итого:	100%	-	-	-	1	-	-	0,81	-	-	1,26	-	-	1,23	-	-	1,31

## 2.2 Техническое задание на разработку конструкции парогенераторной установки.

Парогенераторная установка должна обеспечить энергоснабжение малых предприятий, которым относятся станции технического обслуживания автомобилей. Для питания различных подъёмников, станков и установок применяется трёхфазный переменный ток. [14]; [18]

Парогенераторная установка должна:

- 1) функционировать на протяжении долгого времени;
- 2) быть малозатратной в ходе эксплуатации;
- 3) иметь большой срок эксплуатации;
- 4) не выделять большого количества вредных веществ при работе;
- 5) вырабатывать тепловую и электрическую энергию;
- 6) на всех режимах работы расширительной машины обеспечивать заданное давление пара и при этом значения параметров давления не должны выходить за определенные (допустимые) пределы. [14]

При запуске установки, газовая горелка должна прогревать реактор с опилками для образования пиролизного газа, который, в последствии, будет подогревать систему теплообменника. Газовая горелка должна быть установлена в нижней части камеры сгорания, она должна иметь электрический розжиг.

Корпус парогенератора должен быть выполнен в форме болтового соединения из стальных листов. Установка должна состоять из камеры сгорания круглой формы, толщиной 10мм, в ней должна находиться труба для подачи топлива (опилок, пеллетов) которую рекомендуется покрыть слоем керамики, для защиты от прогорания трубы и нагрева топлива. В камере сгорания должен находиться теплообменник, который вырабатывает пар. Пар поступает в расширительную машину (паровой детандер) вращая вал, который должен быть соединен с валом электрогенератора муфтой. В нижней части камеры сгорания должна быть расположен короб с прорезями на расстоянии

130мм, для отработавшего топлива (залы) который падает в зольник. Между пластиной и стенками камеры должен быть зазор в 10мм для более лёгкого отработавшего топлива. В нижней части камеры сгорания должен быть расположен зольник. В центре нижней пластины камеры сгорания должен быть находится люк для сбора залы. Зольник должен быть сделан в виде воронки для более простого сбора залы. [9]; [16]

Загрузка опилок в реактор должна производится порциями по  $10\pm 2$  кг при помощи шнека. Количество опилок должно регулироваться количеством оборотов шнека. [14]

Высота установки не должна превышать 3 м. Площадь, занимаемая установкой не должна превышать  $9 \text{ м}^2$ . [17]

Установка будет эксплуатироваться в закрытом помещении площадью не меньше  $6 \text{ м}^2$  с естественным освещением.

Минимальное расстояние отопительного котла и трубы для отвода отработанных газов от предметов и стен должно быть не менее 200 мм. С целью общей безопасности рекомендуется ставить котел на фундамент высотой в 100 мм из материала класса А, см. табл. 2.7.

Таблица 2.7 - Возгораемость строительных материалов

Класс А – негорючие	Камень, кирпич, керамические плитки, жженая глина, растворы, штукатурка без органических добавок.
Класс В – трудно горючие	Плиты гипсокартона, базальтовый фильц, стеклянный фазер.
Класс С1/С2 – средне горючие	Древесина бука, дуба, Древесина хвойных деревьев, напластованная древесина
Класс С3 – легко горючие	Асфальт, картон, целлюлоза, деготь, деревянный фазер, пробка, полиуретан, полиэтилен.

Подсоединение котла к дымоходу всегда должно быть в соответствии с действующими стандартами и правилами. Дымоход должен обеспечивать достаточно тяги для отведения дыма в любых условиях. Для правильного функционирования котла необходимо правильно вычислить размеры самого дымохода, так как от его тяги зависят горение, мощность и жизнь котла (см. табл. 2.8). Тяга дымохода находится в функциональной зависимости от его сечения, высоты и неровностей внутренних стен. Котел должен быть подсоединен к самостоятельному дымоходу. Диаметр дымохода не должен быть меньше выхода котла. Труба, отводящая дым от котла, должна быть подсоединена к отверстию дымохода. По отношению к механическим свойствам дымоотводная труба должна быть крепкой и хорошо уплотненной (чтобы избежать выделение газов). Она должна позволять легкий доступ для чистки изнутри. Внутреннее сечение дымоотводной трубы не должно превышать своими размерами светлое сечение дымохода и не должно стесняться.

Таблица 2.8 - Рекомендуемая минимальная высота дымохода

Мощность котла	Диаметр дымохода	Рекомендуемая высота
18 kW	Ø 160 mm	Не менее 8 м
	Ø 180 mm	Не менее 8 м
	Ø 200 mm	Не менее 7 м
25 kW	Ø 160 mm	Не менее 9 м
	Ø 180 mm	Не менее 9 м
	Ø 200 mm	Не менее 8 м
40 kW	Ø 180 mm	Не менее 11 м
	Ø 200 mm	Не менее 10 м
	Ø 220mm	Не менее 10 м

Оборудование, до места установки, следует перевозить на поддоне в упакованном виде. Во время перевозки и установки, необходимо применять подходящие средства безопасности, в соответствии с Директивой 2006/42/СЕ. При перевозке изделия весом выше 30 кг, необходимо использовать трансподдонную тележку, моторную подъемную тележку или другие подъемники.

Установка должна соответствовать нормам пожаробезопасности по стандартам ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования». [15]

### 2.3 Техническое Предложение

По техническому заданию нужно построить энергетическую установку, обеспечивающую малое предприятие тепловой и электрической энергией и содержащую парогенератор, электрогенератор, теплообменник, конденсатор, систему очистки и охлаждения пиролизного газа. Электроэнергия вырабатывается парогенератором приводимого расширительную машину, питаемого паром. имеет возможность циркулировать через теплообменник для нагрева воды системы отопления. Топливо в камере разгорается (до 580 °С) и выделяет древесный газ, богатый углеродными соединениями. В комбинации с первичным воздухом он создает горючую смесь. Смесь обогащается вторичным воздухом и самозажигается, чтобы достичь температуры от 700 до 900°С в камере сгорания. [11] Факелы огня нагревают теплообменник где полученный пар поступает в расширительную машину (паровой детандер) которые вращают вал электрогенератора. Паровой детандер соединён с генератором муфтой. [8] Далее пар поступает в конденсатор, насос перекачивает воду обратно в теплообменник. Внутри теплообменника давление достигается в 100 атмосфер, этого достаточно, чтобы вырабатывать энергию в 20 кВт. [; [10]

Перед тем, как выйти из тела котла, горючие газы проходят через дымовые трубы, где отдают тепло и охлаждаются до 150°C. При последствии пиролизного горения достигается полноценное сгорание древесины с минимальным выделением золы. Благодаря пиролизному принципу сжигания древесины котел достигает эффективности выше 90%.

Электроэнергия вырабатывается за счет приведения в движение расширительной машины соединённых между собой муфтой (рис. 9).



Рисунок 9 - Муфта

Для данной установки подойдёт два варианта расширительных машин

- 1) Пароводяной детандер
- 2) Паровая турбина

К достоинствам пароводяного детандера можно отнести:

- 1) Низкий уровень вибрации и относительно малый рабочий шум;
- 2) Высокий КПД;
- 3) Ресурсоемкость и абсолютная надежность в эксплуатации;
- 3) Эффективность работы и дешевизна эксплуатации

К недостаткам можно отнести:

- 1) Инженерная сложность механизмов;
- 2) Частое техническое обслуживание 500-600 рабочих часов.

К достоинствам паровой турбины можно отнести:

- 1) Работа на любом топливе;

2) Широкая линейка мощностей;

К недостаткам можно отнести:

1) дороговизна паровых турбин;

2) дорогостоящий ремонт паровых турбин

3) низкий объем производимого электричества, в соотношении с объемом тепловой энергии

4) Высокий нижний порог эффективного применения

Проводя сравнительный анализ, я сделал вывод что паровой детандер больше подойдет для моей установки на основании того, что у него высокий КПД, большая ресурсоёмкость и простота в эксплуатации.

Корпус парогенератора выполнен из листового металла квадратной формы с болтовым соединением, как и у большинства аналогов (рис. 10). Толщина внешней стенки составляет 3.5 мм.



Рисунок 10 - Пиролизный котел СКС-200

За основу теплообменника был выбран трубный теплообменник, например, как у модели BURNIT WBS Magna 250 (рис. 11).

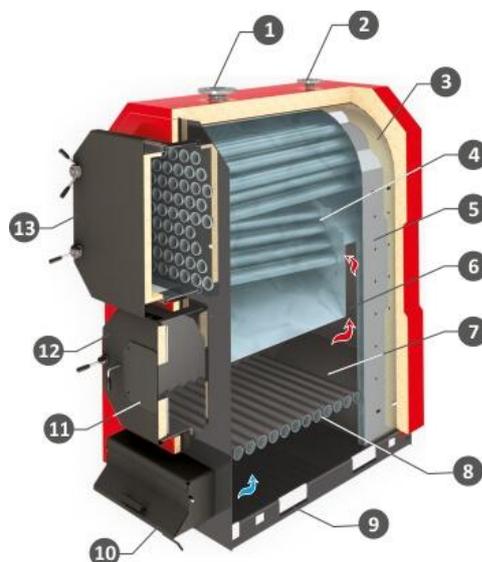


Рисунок 11 - Котёл BURNIT WBS Magna 250

На основе аналогов был спроектирован трубный теплообменник (рис. 13) для парогенераторной установки. Так же можно установить змеевик (рис. 12) что позволит упростить конструкцию, но большая вероятность что при высоких температурах и высокого давления вместе с паром в расширительную машину будет попадать вода, которая не перешла в газообразное состояние, поэтому от данного вида теплообменника было решено отказаться. [20]



Рисунок 12 - Теплообменник-змеевик

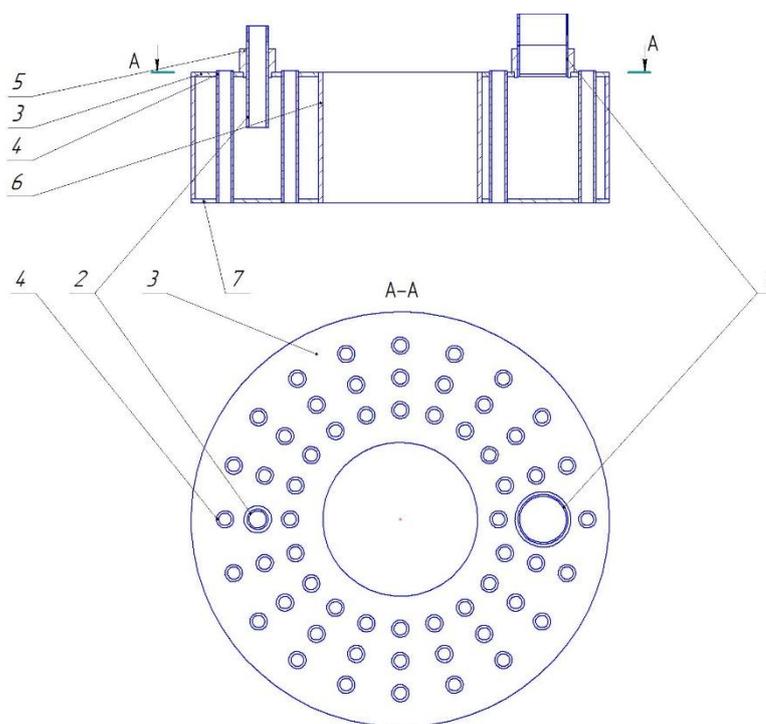


Рисунок 13 - Трубный теплообменник

Трубный теплообменник имеет сварную конструкцию внешним диаметром 600мм и внутренним 220мм, и состоящую из: верхней (3) и нижней пластины (8), боковых стенок (7) толщиной 8мм, трубы подачи воды в теплообменник (2), трубы для отвода пара из теплообменника в расширительную машину (1), труб для отвода пиролизных газов (4), центрирующих проставок (5) для верхней пластины парогенераторной установки. [12]; [20]

Камера сгорания (рис. 14) имеет круглую форму диаметром 635мм и толщиной стенок 10мм. Нижняя пластина камеры сгорания выполнена болтовым соединением для доступа к зольнику, коробу для топлива и перемешивающего устройства. В нижней части расположен зольник в форме воронки, для удобного сбора залы. Снизу расположен люк для сбора залы, который открывается нажатием на педаль. На расстоянии 130мм от нижней пластины камеры сгорания расположен короб для сгорания топлива. Между стенками камеры сгорания и короба есть зазор в 10мм для сброса залы. Под коробом расположена Газовая горелка, которая прогревает реактор с опилками для

образования пиролизного газа, который, в последствии, будет подогревать систему теплообменника. Внутри камеры сгорания расположена труба подачи топлива (опилок\пиллетов). Труба покрыта защитным слоем керамики для предотвращения прогара трубы и нагрева топлива. Внутри трубы подачи топлива расположено перемешивающее устройство. Оно представляет собой трубу диаметром 36мм и изогнутой пластины. [13]

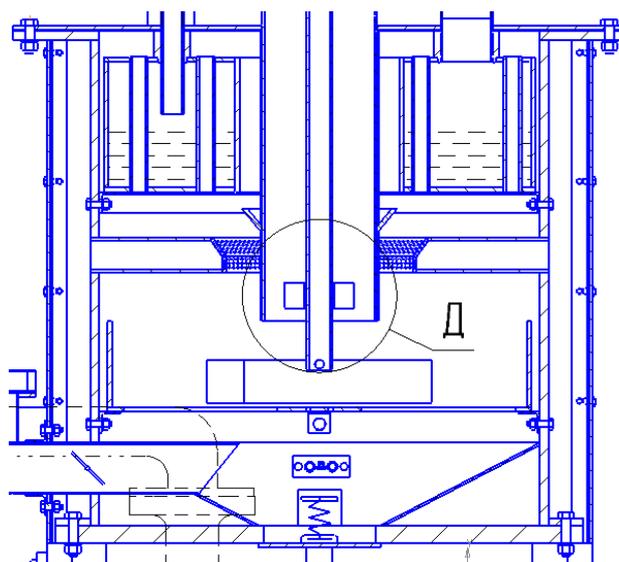


Рисунок 14 - Камера сгорания

В движение перемешивающего устройства приводит электродвигатель. Для подачи топлива из бункера та же используется электродвигатель, который соединен со шнеком муфтой (рис. 15). [13]

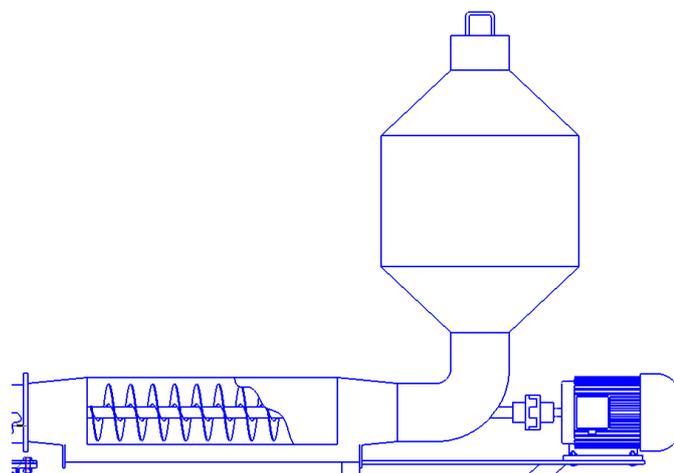


Рисунок 15 - Бункер со шнеком

Газовая горелка была выбрана модель УГ-12 (рис. 16). У данной горелки есть два сопла и электророзжиг, что позволяет без каких-либо усилий разжечь топливо. Так же газовая горелка оборудована термоэлектрическим устройством контроля пламени. При погасании пламени, в целях пожарной безопасности, подача газа полностью прекращается. Для остановки работы газогорелочного устройства достаточно нажать кнопку отключения.

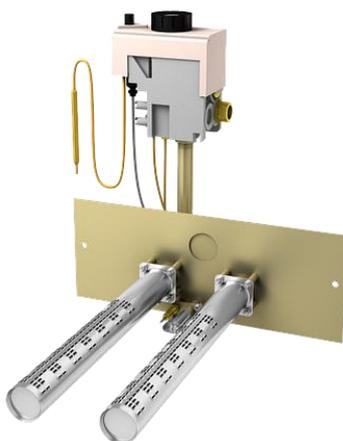


Рисунок 16 - Газовая горелка УГ-1

В качестве конденсатора используется кожухотрубный конденсатор (рис. 17).

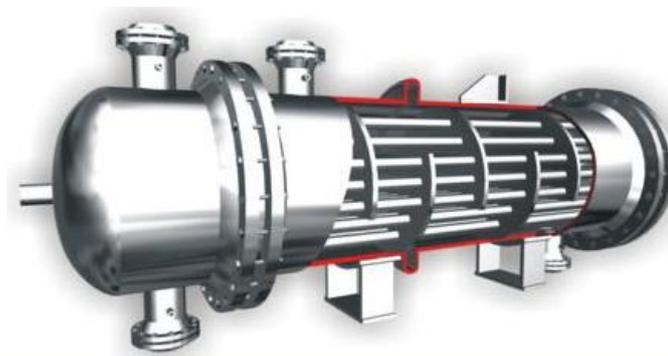


Рисунок 17 - Кожухотрубный конденсатор

Кожухотрубные конденсаторы могут иметь как вертикальное, так и горизонтальное положение. К данной конструкции был применён конденсатор горизонтального расположения для удобного крепления пароводяного детандера (рис. 18), а также более эргономичного расположения конструкции в помещении. Горизонтальный кожухотрубный конденсатор состоит из корпуса, выполняемого, как правило, из углеродистой стали и закрытого с обоих концов решетками, в которых сваркой или развальцовкой закреплены внутренние трубки. Охлаждающая вода циркулирует по трубкам, тогда как конденсация хладагента происходит в кожухе, т. е. между трубками и внешним корпусом. [20]

На каждом конце кожуха находятся съемные днища, обеспечивающие изменение направления движения воды по трубкам. На одном из днищ закреплены патрубки входа и выхода воды. Такая конструкция позволяет производить механическую чистку внутренних поверхностей трубок с водой.

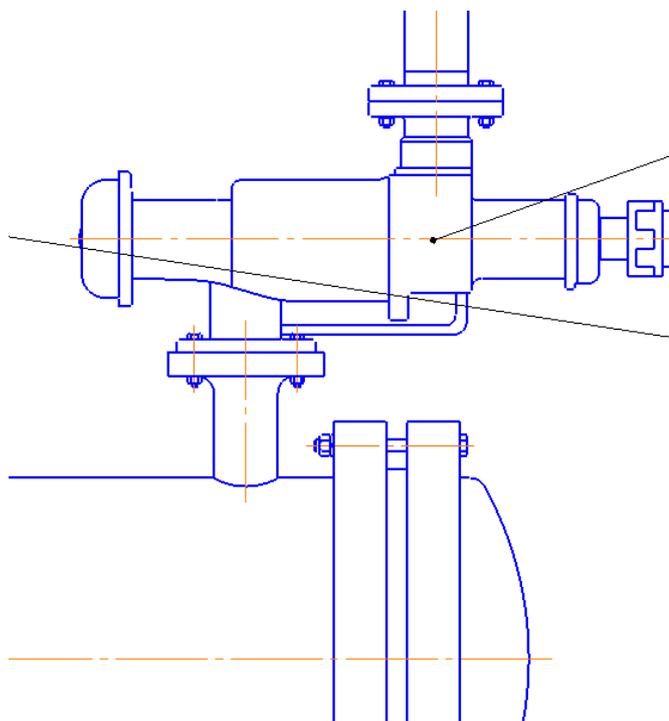


Рисунок 18 - Пароводяной детандер

Для обеспечения стабильной подачи воды в мощность 100 атмосфер, был выбран плунжерный насос Bertolini WBL1016-B (рис. 18).



Рисунок 18 - Плунжерный насос Bertolini WBL1016-B

### 3 Разработка технологического процесса

#### 3.1 Технологическая карта «замены лопатки»

Во время работы, в камере сгорания достигаются высокие температуры. В следствии чего происходит эрозия лопастей. Так как лопасти являются одним из важных элементов в установке, а их замена – трудоемкий процесс. Было принято решение составить технологическую карту замены лопастей (табл. 3.1)

Таблица 3.1 - Технологическая карта

№	Наименование и содержание работы	Используемый инструмент	Трудоёмкость, чел*час	Кол-во точек воздействия	Технические требования
1 Демонтаж подводящих труб					
1.1	Открутить гайки крепления шнека	Рожковый ключ на 17*19, 2шт	0,05	6	Шнек должен быть пустым
1.2	Отсоединить шнек от установки	-	0,03	1	-
1.3	Открутить сливной болт и слить воду	Рожковый ключ на 17*19	0,01	1	-
1.4	Открутить трубу и контргайку подачи воды	Рожковый ключ на 19*22	0,03	1	Вода должна быть слита
1.5	Убрать трубу подачи воды	-	0,01	1	-
1.6	Стравить давление в трубе подачи пара клапаном	-	0.01	1	-

Продолжение таблицы 3.1

1.7	Открутить трубу и контргайку подачи пара	Рожковый ключ на 17*19	0,03	6	Труба не должна быть под давлением
1.8	Убрать трубу подачи пара	-	0.01	1	-
2 Демонтаж верхней пластины парогенератора					
2.1	Открутить болты боковых стенок парогенератора	Рожковый ключ на 17*19	0.1	16	-
2.2	Снять боковые крышки парогенератора	-	0.01	4	-
2.3	Открутить болты и гайки крепления верхней пластины	Рожковый ключ на 17*19, 2 шт	0.1	15	-
2.4	Отключить питание привода перемешивающего устройства	-	0.01	1	-
2.5	Открутить болты и гайки привода перемешивающего устройства	Рожковый ключ на 17*19, 2 шт	0.1	6	Питание на привод должно быть отключено

Продолжение таблицы 3.1

2.6	Убрать привод перемешивающего устройства	-	0.01	1	-
2.7	Открутить болты и гайки разрезной звезды привода перемешивающего устройства	Рожковый ключ на 10*13, 2 шт.	0.03	4	-
2.8	Убрать разрезную звезду с трубы перемешивающего устройства	-	0.01	1	-
2.9	Снять верхнюю пластину парогенератора	-	0.1	1	Необходимо убедиться что все болты крепление пластины убраны
Примечание: Если пластина не снимается, поддеть пластину монтировкой					
2.10	Убрать прокладку верхней пластины теплообменника	-	0.01	1	-
3 Демонтаж теплообменника и лопатки перемешивающего устройства					
3.1	Снять теплообменник с кронштейна	-	0.03	1	Убедиться что вода слита

Продолжение таблицы 3.1

3.2	Открутить болт и гайку лопатку перемешивающего устройства	Рожковый ключ на 17*19, 2 шт.	0.05	1	-
3.3	Убрать лопатку перемешивающего устройства	-	0.01	1	-
4 Установка теплообменника и лопатки перемешивающего устройства					
4.1	Установить новую лопатку перемешивающего устройства	-	0.01	1	-
4.2	Закрутить болт и гайку лопатки перемешивающего устройства	Рожковый ключ на 17*19, 2 шт.	0.05	1	Момент затяжки 100Н
4.3	Установить теплообменник на кронштейн	-	0.03	1	-
5 Установка верхней пластины парогенератора					
5.1	Установить прокладку верхней пластины теплообменника	-	0.01	1	Убедиться в целостности прокладки

Продолжение таблицы 3.1

5.2	Установить верхнюю пластину парогенератора	-	0.1	1	-
5.3	Установить разрезную звезду на трубу перемешивающего устройства	-	0.01	1	-
5.4	Закрутить болты и гайки разрезной звезды привода перемешивающего устройства	Рожковый ключ на 10*13, 2 шт.	0.03	4	Момент затяжки 40Н
5.5	Установить привод перемешивающего устройства	-	0.01	1	-
5.6	Закрутить болты и гайки привода перемешивающего устройства	Рожковый ключ на 17*19, 2 шт	0.1	6	Момент затяжки 80Н
5.7	Закрутить болты и гайки крепления верхней пластины	Рожковый ключ на 17*19, 2 шт	0.1	15	Момент затяжки 90Н

Продолжение таблицы 3.1

5.8	Установить боковые	-	0.01	4	-
-----	--------------------	---	------	---	---

	крышки парогенератора				
5.9	Закрутить болты боковых стенок парогенератора	Рожковый ключ на 17*19	0.1	16	Момент затяжки 70Н
6 Установка подводящих труб					
6.1	Установить трубу подачи пара	-	0.1	1	-
6.2	Закрутить трубу и контргайку подачи пара	Рожковый ключ на 17*19	0,03	6	Момент затяжки 40Н
6.3	Установить трубу подачи воды	-	0,01	1	-
6.4	Закрутить трубу и контргайку подачи воды	Рожковый ключ на 19*22	0,03	1	Момент затяжки 40Н
6.5	Установить шнек	-	0,03	1	-
6.6	Закрутить гайки крепления шнека	Рожковый ключ на 17*19, 2шт	0,05	6	Момент затяжки 70Н

## 4 Безопасность и экологичность технологического объекта

### 4.1 Памятка оператору при работе с парогенераторной установкой:

#### 4.1.1 Установка парогенераторного котла

- 1) Котельное помещение должно быть обеспечено против замерзания;
- 2) В котельном помещении должен быть обеспечен постоянный доступ воздуха, необходимого для горения;
- 3) Котлы нельзя ставить в обитаемые помещения;
- 4) В каждом котельном помещении должно быть правильно вычисленное вентиляционное отверстие в соответствии с мощностью котла. Отверстие должно быть защищено сеткой или решеткой.
- 5) Соблюдайте рекомендации строительного надзора; обратите особое внимание на актуальное Распоряжение об устройствах сгорания и о хранении горючих материалов, а также и о строительных требованиях к помещениям для установки и к вентиляции;
- 6) Котел должен быть установлен так, чтобы его можно было чистить и обслуживать возможно наиболее легко;
- 7) Нельзя ставить предметы из горючих материалов и жидкостей поверх, в близости к котлу;

#### 4.2.1 Обязанности оператора [5]

- 1) Парогенераторная установка должна эксплуатироваться одним оператором, который ответственен за надлежащий ввод в действие и эксплуатацию оборудования.
- 2) Оператор должен хорошо знать устройство установки, соблюдать технику безопасности при работе с электрическим и тепловым оборудованием, а также быть внимательным к возможным утечкам пара и пиролизных газов. Кроме этого он должен соблюдать осторожность в отношении вращающихся и сильно нагретых частей оборудования.

### 4.3.1 Техника безопасности

#### 4.3.1.1 Транспортировка установки

1) Любое перемещение установки должно выполняться с помощью соответствующего такелажного и грузоподъемного оборудования. При этом необходимо соблюдать особую осторожность. Запрещается находиться под поднятым грузом. Перед подъемом убедитесь в отсутствии у установки незакрепленных частей. Перемещение теплообменника осуществляется отдельно

2) Подъем и строповка установки должна выполняться в специально обозначенных местах.

3) Размещение и монтаж установки

4) Монтаж электростанции должен выполняться специалистами, хорошо знакомыми с решениями сложных вопросов, возникающих во время монтажа. В случае возникновения вопросов свяжитесь с производителем.

5) Необходима специальная табличка, предупреждающая о возможном в любой момент автоматическом пуске движущихся частей установки.

6) Помещение, где устанавливается установка, должно иметь соответствующую систему вентиляции, обеспечивающую постоянную рециркуляцию воздуха внутри помещения, расстояние от оборудования до стен должно быть не менее 1 м. Большое количество тепла, выделяемого во время работы, может стать причиной пожара. Запрещается хранить воспламеняющиеся материалы вблизи установки.

7) В случае необходимости работы в темное время суток, должно быть предусмотрено достаточное освещение помещения.

8) Электрические подключения установки должны выполняться специалистом-электриком в соответствии с действующими правилами и инструкциями. Необходимо проверить, что все силовые кабели, а также все вспомогательные соединения подключены правильно. Неправильное подключение может привести к повреждению оборудования и стать причиной поражения электрическим током операторов любого оборудования, питаемого от электростанции.

9) Контактная площадка электрогенератора всегда должна быть закрыта крышкой.

10) Подключение установки к системе отопления предприятия должны производиться сантехником, необходимо проверить соединения на герметичность. Трубопроводы в помещении с установкой должны быть изолированы.

#### 4.3.1.2 Защита операторов

1) При работе установки используй индивидуальные средства защиты слуха.

2) Защитная одежда оператора не должна быть слишком свободной, иметь свободно висящие части.

3) При обращении с топливом и смазками одевай защитные перчатки или используй защитным крем.

4) Содержи рабочую одежду в чистом и сухом состоянии.

#### 4.3.1.3 Перед пуском электростанции

1) Убедись, что управление приводным двигателем электрогенератора осуществляется только с блока управления.

2) Перед каждым пуском установки проверяй наличие опилок в бункере. Проверить подсоединены ли шланги подачи воды и пара. При наличии утечек, запуск установки не допускается.

3) Убедись, что никакие предметы не загораживают отверстия для входа и выпуска воздуха.

4) Избегай случайных запусков двигателя привода электрогенератора, случайных зажиганий газовой горелки.

5) Перед запуском проверить зольник на наличие залома и при необходимости очистить зольник.

#### 4.3.1.4 Во время работы

1) При любом, даже незначительном сбое в работе установки останови ее. Повторный запуск допускается только при устранённых неисправностях.

2) Не имей физического контакта с установкой при её работе, особенно, с её подвижными элементами.

3) Не дотрагивайся до расширительной машины, выпускной трубы пиролизных газов, а также труб и шлангов подачи пара, пока установка не остыла.

4) Не прикасайся к кабелям и другим соединениям генератора, когда они находятся под напряжением.

#### 4.3.1.5 Во время технического обслуживания

1) Любая операция технического обслуживания должна выполняться на остановленной и заблокированной от случайного запуска установки.

2) Всегда перед выполнением обслуживания убедись, что все подвижные элементы остановлены, а все, подверженные нагреву, остыли.

3) Для предотвращения случайного пуска двигателя привода электрогенератора отсоедини от отрицательной клеммы его аккумуляторной батареи кабель.

4) Регулярно очищай установку от пыли.

5) Избегайте контакта с паром.

#### 4.3.1.6 Топливо

1) Любые работы с баллонами газообразного топлива производить только при не запущенной установке.

2) Будь внимательным к возможности возникновения утечек пиролизного газа.

#### 4.3.1.7 Очистка зольника парогенератора

1) Очистку производить в конце каждого рабочего дня при остановленной и остывшей установке.

## 5 Экономический раздел

### 5.1 Описание установки

Теплообменник нагретый за счет пиролизного газа, вырабатываемым из опилок, производит пар, который поступает в расширительную машину, вращает вал электрогенератора, который снабжает СТО, так же используется теплота жидкости в конденсаторе в целях отопления или горячего водоснабжения.

### 5.2 Расчет затрат

Материальные затраты (МЗ) вычисляются по формуле:

$$МЗ = (M_i C_{T_i}) K_{тд}, \quad (5.1)$$

где  $M_i$  - материальные затраты по позиции,

$C_{T_i}$  - стоимость одной единицы материалов,

$K_{тд}$  - коэффициент транспортировки и доставки,  $K_{тд}=1,05$ .

Таблица 5.1 - Материальные затраты за час работы

Материальные ресурсы	Число единиц	Стоимость одной единицы	Затраты
Опилки	0,075 м <sup>3</sup>	250 руб/м <sup>3</sup>	15,63
Итого			15,63

По формуле 5.1

$$МЗ=15,63 \text{ руб/ч}$$

### 5.3 Затраты на амортизацию оборудования

Затраты на амортизацию:

$$AO = (C_{Ti} t_{\text{раб}i} K_{Ai}) / 2040 \quad 5.2)$$

где  $C_{Ti}$ - стоимость оборудования, руб,

$t_{\text{раб}i}$ - время работы оборудования, ч,

$K_{Ai}$ - коэффициент амортизационных отчислений.

Таблица 5.2 - Амортизационные затраты

Оборудование, инструменты	Стоимость, руб	Время работы, ч	Коэффициент амортизационных отчислений	Амортизационные отчисления, руб
Парогенератор	50000	8	0,143	57200
Рама	10000	8	0,143	11440
Расширительная машина	9000	8	0,143	10296
Электрогенератор	50000	8	0,143	57200
Теплообменник	7000	8	0,143	8008
Конденсатор кожухотрубный	14000	8	0,143	16016
Водяной насос	5000	8	0,143	5720
Итого				165840

По формуле 5.2

$$A_0 = \frac{165840}{2040} = 81,31 \text{руб.}$$

#### 5.4 Энергетические затраты

Формула расчёта затрат:

$$ЭЗ = (M_{обг} t_{рабг} K_{ЗМг}) C_э \quad (5.3)$$

где  $M_{обг}$ - паспортная мощность оборудования, кВт,

$t_{рабг}$ - время работы оборудования, ч,

$K_{ЗМг}$ - коэффициент, учитывающий загрузку по мощности,

$C_э$ - стоимость электроэнергии.

Таблица 5.3 - Энергетические затраты за час работы

Оборудование, инструменты	Мощность, кВт	Время работы, ч	Загрузка	Затраты, руб
Двигатель привода шнека	1,1	0,07	0,8	0,32
Двигатель привода лопаточного устройства	1,1	0,02	0,8	0,09
Итого				0,41

## 5.5 Трудовые затраты

Формула вычисления трудовых затрат

$$ТЗ = (Ст_i t_{раб_i} K_{ПВ} K_{СО} K_{ПД}) \quad (5.4)$$

где  $Ст_i$ - ставка часовая тарифная, руб/ч,

$t_{раб_i}$ - время работы, ч,

$K_{ПВ}$ - коэффициент потери времени,  $K_{ПВ}=0,95$ ,

$K_{СО}$ - коэффициент социальных отчислений,  $K_{СО}=1,3$ ,

$K_{ПД}$ - подоходный налог,  $K_{ПД}=1,13$ .

Таблица 5.4 - Трудовые затраты

Выполняемая операция	Время работы	Ставка руб/ч	Затраты руб.
Очистка зольника	1	80	111,64
Итого			111,64

Зольник очищается раз в день, поэтому рассчитываем по формуле 5.4

$$ТЗ=111,64/8=13,96 \text{ руб.}$$

## 5.6 Суммарные затраты

Затраты технологические:

$$З_{тех} = МЗ + АО + ЭЗ + ТЗ = 15,63 + 81,31 + 0,41 + \quad (5.5)$$

$$13,96 = 111,31 \text{ руб/ч}$$

Затраты на содержание производственных помещений:

$$z_{\text{СП}} = 1,35 \cdot z_{\text{тех}} = 1,35 \cdot 111,31 = 150,26 \text{ руб/ч} \quad 5.6)$$

Производственные затраты:

$$z_{\text{пр}} = 1,6 \cdot z_{\text{тех}} = 1,6 \cdot 111,31 = 178,09 \text{ руб/ч} \quad 5.7)$$

Себестоимость часа работы:

$$\begin{aligned} \text{Себ} &= z_{\text{тех}} + z_{\text{СП}} + z_{\text{пр}} \cdot 1,18 = \\ &111,34 + 150,26 + 178,09 \cdot 1,18 = 518,83 \text{ руб/ч} \end{aligned} \quad 5.8)$$

### 5.7 Стоимость единицы энергии

За час работы вырабатывается по 20 кВт·ч электрической и тепловой энергии. Переведя тепловую энергию в Гкал, получим

$$20 \text{ кВт} \cdot 0,239 \text{ ккал/с} \cdot 3600 \text{ с} = 17208 \text{ ккал/ч} = 17,208 \text{ Гкал/ч.}$$

Приняв за  $x$  стоимость 1кВт·ч электроэнергии, а за  $y$ - 1Гкал тепловой энергии, составим систему уравнений в виде суммы стоимостей выработанной за час энергии, и равенства отношений стоимости единиц энергии к стоимостям электрогенератора и теплообменника. [9]

$$\begin{aligned} 20x + 20y &= 651,32; \\ \frac{x}{50000} &= \frac{y}{7000} \end{aligned} \quad (5.9)$$

Решим систему

$$y = \frac{7000x}{50000} = \frac{7x}{50},$$

$$x = \frac{651,32}{20 + 20 \cdot \frac{7}{50}} = \frac{651,32}{22,8} = 28,57 \text{руб.}$$

$$y = \frac{651,32 - 20 \cdot 28,57}{20} = \frac{651,32 - 571,33}{20} = 3,99 \text{руб.}$$

(  
5.10)

Тогда стоимость 1 Гкал 4,65руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной работы, был проведён расчет СТО на 3000 автомобилей в год. Так же проведён анализ аналогов на основе которого, основываясь на техническое задание, было предложено техническое предложение. В конструкторском разделе работы была разработана технологическая карта замены лопатки перемешивающего устройства. Произведён анализ факторов, влияющих на безопасность и экологичность парогенераторной установки. Произведён экономический расчет, результатом которого явилось определение эффективности производства разработанной конструкции. На основании проделанной работы, можно сделать заключение о выполнении выпускной квалификационной работы

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Епишкин, В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей [Текст] : Учебное пособие по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта» : для студентов специальности

190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 284 с.

2 Напольский, Г.М. технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания [текст] / Г.М. Напольский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.

3 Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] : учеб. для студентов специальности «Техн. эксплуатация автомобилей» учреждений, обеспечивающих получение высш. образования / М.М. Болбас, Н.М. Капустин, А.С. Савич и др. ; под ред. М.М. Болбас. – Мн. : Адукацыя і выхаванне, 2004. – 528 с. : ил.

4 Афанасьев, Л.Л. Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей. Альбом чертежей [Текст] / Л.Л. Афанасьев, Б.С. Колясинский, А.А. Маслов. – М. : Транспорт, 1980. – 216 с.

5 Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов [Текст] / В.И. Сарбаев, С.С. Селиванов, В.Н. Коноплёв, Ю.Н. Дёмин. – 2-е изд., - Ростов н/Д. : Феникс, 2005. – 96 с.

6 Петин, Ю.П. Технологический расчёт станций технического обслуживания автомобилей [Текст] : Метод. указания / Ю.П. Петин, Н.С. Соломатин. – Тольятти: ТолПИ, 1991. – 21 с.

7. Microgeneration of electricity with producer gas in dual fuel mode operation / M.J. Silva, R.P. Ricieri, A.A. Souza // Jaboticabal. – 2011. – Vol. 31, №5. – P. 879 – 886. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162011000500005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162011000500005) (дата обращения: 06.05.1018).

8 Shrinivasa, U. Wood gas generators for small power (-r5 hp) requirements / U. Shrinivasa, H.S. Mukunnda // Current Scteкеcy. – 1983. – Vol. 52, №23, IOW-109d. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.driveonwood.com/static/media/uploads/pdf/woodgas\\_generator.pdf](http://www.driveonwood.com/static/media/uploads/pdf/woodgas_generator.pdf) (дата обращения: 06.05.2018).

9 Technical and economic analysis of using biomass energy / M. Piaskowska-Silarska, S. Gumula, K. Pytel, P. Migo // E3S Web of Conferences 14 «Energy and Fuels 2016». – 2017. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2017/02/e3sconf\\_ef2017\\_02016.pdf](https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2017/02/e3sconf_ef2017_02016.pdf) (дата обращения: 06.05.2018).

10 Das, B.K. Assessment of the potential of biomass gasification for electricity generation in Bangladesh / B.K. Das, S.M.N. Hoque // Journal of renewable energy. – 2014. – Article ID 429518. – 10 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hindawi.com/journals/jre/2014/429518/> (дата обращения: 06.05.2018).

11 Rubio, S.R. Gasification from waste organic materials / S.R. Rubio, F.E. Sierra, C.A. Guerrero // Ingenieria e investigacion. – 2011. – Vol. 31, №3. – P. 17 – 25. [Электронный ресурс]. URL: <https://doaj.org/article/b56c25a7a85947cb8beac5e23ccd6ebc> (дата обращения: 06.05.2018).

12 LianX.D.ChenT.ChenJ.YeJ.F.SunCarburization Analysis of Ethylene Pyrolysis Furnace Tubes after Service. Proceedings of the ASME 2014 Pressure Vessels & Piping Division Conference[C], September 22, 2015. [Электронный ресурс]. URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581504182X> (дата обращения: 15.05.2018).

13 Пат. 169883 Российская Федерация, МПК В 29 В 17/00. Установка для пиролиза утилизируемых резинотехнических изделий [Текст] / В.С. Малкин, В.А. Ивлиев, Р.С. Казеенков; заявитель и патентообладатель В.С. Малкин. - № 2016150560 ; заявл. 21.12.2016 ; опубл. 05.04.2017, Бюл. № 10. – 13 с

14 Гаглов, Д.М. Энергетические установки на альтернативных и возобновляемых видах топлива [Электронный ресурс] / Д.М. Гаглов, В.А. Ив-

лиев, И.К. Михайлюк // «Студенческие Дни науки в ТГУ» : научно-практическая конференция (Тольятти, 3-29 апреля 2017 года) : сборник студенческих работ / отв. за вып. С.Х. Петерайтис. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2017. – 1 оптический диск. – С. 106-108

15 ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Введ. 2015-07-01. // Консорциум кодекс : электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt> (дата обращения: 10.05.2018).

16 ГОСТ Р 52087-2003 Газы углеводородные сжиженные топливные. Технические требования [Электронный ресурс]. – Введ. 2004-07-01. // Консорциум кодекс электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52087-2003> (дата обращения: 20.05.2018).

17 ГОСТ 5542-2014 Газы горючие природные промышленные и коммунально-бытового назначения. Технические условия [Электронный ресурс]. – Введ. 2015-07-01. // Консорциум кодекс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200113569> (дата обращения: 20.05.2018).

18 ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Электронный ресурс]. – Введ. 2014-07-01. // Консорциум кодекс : электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200104301> (дата обращения: 20.05.2018).

19 Аналоги пиролизных котлов [Электронный ресурс] URL: [https://tehdom.ru/magazin/piroliznye\\_gazogeneratornye\\_kotly/](https://tehdom.ru/magazin/piroliznye_gazogeneratornye_kotly/) (дата обращения 05.05.18)

20 Виды и расчет теплообменников [Электронный ресурс] URL: <https://www.teploprofi.com/vidi-teploobmennikov/> (дата обращения 18.05.2018)

# СПЕЦИФИКАЦИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>		
	A4			18.БР.ПлЭА.219.62.00.000.ПЗ	Записка пояснительная	1	78 стр.	
	A1			18.БР.ПлЭА.219.62.00.000.СБ	Сборочный чертеж	2		
Справ. №					<u>Сборочные единицы</u>			
	A2	1		18.БР.ПлЭА.219.62.01.000	Теплообменник	1		
					<u>Детали</u>			
Подп. и дата	A1	4		18.БР.ПлЭА.219.62.00.002	Труба пиролизных газов	1		
	A1	3		18.БР.ПлЭА.219.62.00.003	Смотровое окно	1		
	A1	4		18.БР.ПлЭА.219.62.00.004	Труба подачи первичного воздуха	1		
	A1	5		18.БР.ПлЭА.219.62.00.005	Воздушная заслонка	1		
	A1	6		18.БР.ПлЭА.219.62.00.006	Люк зольника	1		
Инв. № дубл.	A1	7		18.БР.ПлЭА.219.62.00.007	Воронка зольника	1		
	A1	8		18.БР.ПлЭА.219.62.00.008	Лопатка перемешивающего устройства	1		
	A1	9		18.БР.ПлЭА.219.62.00.009	Труба подачи вторичного воздуха	1		
Взак. инв. №	A1	10		18.БР.ПлЭА.219.62.00.010	Диффузор	1		
	A1	11		18.БР.ПлЭА.219.62.00.011	Короб для сгорания топлива	1		
	A1	12		18.БР.ПлЭА.219.62.00.012	Внешняя стенка установки	4		
Подп. и дата	A1	13		18.БР.ПлЭА.219.62.00.013	Боковая стенка камеры сгорания	1		
	A1	14		18.БР.ПлЭА.219.62.00.014	Нижняя пластина камеры сгорания	1		
				<b>18.БР.ПлЭА.219.62.00.000</b>				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № подл.	Разраб.	Михайлюк						
	Пров.	Ивлиев						
	Н.контр.	Егоров						
	Утв.	Байрабский						
Повышение эффективности системы энергоснабжения адтосервисного предприятия. Разработка парогенераторной установки						Лит.	Лист	Листов
							1	3
						<b>ТГУ ИМ гр. ЭТКД-1401</b>		
Копировал						Формат А4		



