



Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра Теплотехники и теплоэнергетики

Допускается к защите в ГАК

Зав. кафедрой *Т.И.Т.*

/проф. Лебедев В.А.

«03» 06 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ РАБОТА

(выпускная квалификационная работа бакалавра)

на тему: «Реконструкция отопительной котельной с заменой резервного топлива на альтернативное»

Направление 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника
(шифр) (наименование направления)

Автор: студент гр. ТЭ-15 150276 *Заседин* / Заседин А.В. /
(шифр) (подпись) (Ф.И.О.)

Руководитель, доцент *Пискунов* / Пискунов В.М. /
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Рецензент: инженер *Минкин* / Минкин Е.А. /
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Иностранный язык: русск. *Ткаченко* / Ткаченко А.Ю. /
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург
2019 год

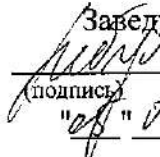
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

 / проф. Лебедев В.А.
(подпись) (должность, Ф.И.О.)
"09" 09 2019 г.

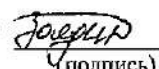
Кафедра Теплотехники и теплоэнергетики

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студент группы	<u>Заединов Андрей Валерьевич</u> ФИО
Шифр группы	<u>13.03.01 (ТЭ-15)</u>
№ зачетной книжки	<u>150276</u>

Тема Реконструкция отопительной котельной с заменой резервного топлива на альтернативное

Задание выдал (Руководитель проекта)  / доц. Пискунов В.М.
(подпись) (должность, Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент  / Заединов А.В.
(подпись) (Ф.И.О.)




АНТИПЛАГИАТ
ТВОРИТЕ СОБСТВЕННЫМ УМОМ

Санкт-Петербургский горный
университет

СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе
Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	Заединов Андрей Валерьевич
Подразделение	Электромеханический факультет, кафедра теплотехники и теплоэнергетики, группа ТЭ-15
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	Реконструкция отопительной котельной с заменой резервного топлива на альтернативное
Название файла	ЭМФ_13_03_01_ТЭ-15_Заединов_А_В.pdf
Процент заимствования	2,70%
Процент цитирования	5,73%
Процент оригинальности	91,57%
Дата проверки	23:43:07 01 июня 2019г.
Модули поиска	Модуль поиска ИПС "Адилет"; Модуль выделения библиографических записей; Сводная коллекция ЭБС; Коллекция РГБ; Цитирование; Модуль поиска переводных заимствований; Коллекция eLIBRARY.RU; Коллекция ГАРАНТ; Модуль поиска Интернет; Коллекция Медицина; Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU; Модуль поиска перефразирований Интернет; Коллекция Патенты; Модуль поиска "СПГУ"; Модуль поиска общеупотребительных выражений; Кольцо вузов
Работу проверил	Дунаева Евгения Николаевна ФИО проверяющего
Дата подписи	1.06.2019  Подпись проверяющего

Чтобы убедиться
в подлинности справки,
используйте QR-код, который
содержит ссылку на отчет.



Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе представлены три варианта осуществления замены резервного источника топлива на альтернативный. Предлагается заменить мазут на дизтопливо.

Предложенные варианты отличаются по масштабам и сложности проводимых работ и объему необходимых инвестиций. Все три варианта окупаются за расчетный период. Два из них имеют срок окупаемости менее двух лет. Это говорит об эффективности и целесообразности проведения такой реконструкции.

Работа содержит пояснительную записку объемом 63 стр., вкл. 11 табл., 7 рис., 2 прил., библиографический список из 24 наименований и 7 чертежей формата А3.

Abstract

The graduation paper is devoted to three options for replacing a backup fuel source with an alternative one. It is proposed to replace the fuel oil with diesel fuel.

The proposed options differ in the scale and complexity of the carried out work and the amount of required investment. All three options pay off for the billing period. Two of them have a payback period of less than two years. This indicates the effectiveness and feasibility of such a reconstruction.

The paper consists of 63 pages, incl. 11 tables, 7 figures, 2 appendices, 24 references and 7 drawings of A3 size.

					<i>ВКР.13.03.01.150276 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА	10
2. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КОТЕЛЬНОЙ	11
2.1. КОТЛЫ	11
2.2. ГОРЕЛКИ	13
2.3. МАЗУТНОЕ ХОЗЯЙСТВО	15
2.3.1. ЕМКОСТИ	16
2.3.2. ОБОРУДОВАНИЕ	17
3. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕЗЕРВНОГО ТОПЛИВНОГО ХОЗЯЙСТВА	18
4. РАСЧЕТ НОВОГО РЕЗЕРВНОГО ТОПЛИВНОГО ХОЗЯЙСТВА	22
4.1. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА	25
4.1.1. ВАРИАНТ №1	26
4.1.2. ВАРИАНТ №2	30
4.1.3. ВАРИАНТ №3	33
4.2. ВЫБОР НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ	36
4.2.1. ВАРИАНТ №1	36
4.2.2. ВАРИАНТ №2	37
4.2.3. ВАРИАНТ №3	39
5. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА	41
5.1. ВАРИАНТ №1	43
5.2. ВАРИАНТ №2	49
5.3. ВАРИАНТ №3	53
5.4. СРАВНЕНИЕ ВСЕХ ВАРИАНТОВ	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	61
ПРИЛОЖЕНИЯ	63

ВВЕДЕНИЕ

Энергия – одна из важнейших составляющих жизни человека. Любой процесс по созданию или преобразованию чего-либо требует определенного количества энергии. В нашей жизни она наиболее распространена в трёх видах: электрическая, механическая и тепловая. Механическая энергия в основном получается путём преобразования из электрической (электродвигатели). Электрическая энергия генерируется за счет сжигания топлива (тепловые электростанции), ядерных реакций (атомные электростанции) и использования возобновляемых источников энергии (солнечные панели, ветряные мельницы и гидроэлектростанции).

Рассмотрим подробнее тепловую энергию. В бытовом секторе чаще всего тепловая энергия представлена в виде горячей воды, используемой для обеспечения жизнедеятельности людей. В промышленности – это пар различных параметров, необходимый для совершения различных технологических процессов. Эту энергию получают на специальных теплогенерирующих станциях (котельных или ТЭЦ). В специальных установках (котлах) происходит сжигание топлива. Энергия, выделившаяся при сжигании, передается рабочему телу. Чаще всего рабочим телом является вода, которую иногда преобразуют в пар. Получается энергоноситель с большой внутренней энергией, которую можно полезно использовать. Горячую воду в основном используют для создания условий жизни и работы людей. То есть для обеспечения отопления жилых, общественных и производственных зданий, вентиляции помещений и горячего водоснабжения. Пар же используется главным образом для получения электрической энергии. Это происходит в паровых турбинах. Потенциальная энергия пара преобразуется в кинетическую энергию вращения турбины и далее в электрическую на электрогенераторе. Также пар может использоваться в различных производственных процессах.

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

Таким образом, важность тепловой энергии в нашей жизни переоценить невозможно. Учтем еще, что топливо, необходимое для производства этой энергии, является ограниченным ресурсом. Чаще всего в качестве топлива используют природный газ, реже уголь и нефтепродукты. Все это хоть и находится в больших количествах в недрах нашей планеты, однако не является бесконечным. А ведь каждый год численность населения растет, и растет потребность в энергии, а значит и в топливе. Поэтому с каждым годом все важнее становятся вопросы эффективности генерации и использования энергетических ресурсов. Решаются такие вопросы путём повышения эффективности объектов, использующих и производящих энергию, а также применением возобновляемых источников энергии и вторичных энергетических ресурсов.

В данной работе речь пойдет о повышении эффективности объекта, производящего тепловую энергию. Этим объектом является котельная. Повысить эффективность ее работы можно либо изменением отдельных элементов (например котлов), улучшая их характеристики (главным образом коэффициент полезного действия), либо рационализацией использования на котельной топливно-энергетических ресурсов. В этой ВКР рассмотрен второй вариант.

На рассматриваемой котельной основным топливом является природный газ. Однако, на любой теплогенерирующей станции нашей страны помимо основного топлива должно быть ещё одно – резервное. Резервное топливо нужно для того, чтобы обеспечить работу котельной в случае проблем с поставкой основного топлива. На данный момент в качестве резервного топлива для газовых котельных используется жидкое топливо (в основном мазут). Объяснить это можно тем, что в двадцатом веке в нашей стране было очень распространено производство черных нефтепродуктов. До определенного момента мазут даже являлся

					<i>ВКР.13.03.01.150276 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

основным видом топлива. Однако, время показало, что эффективнее и экологичнее использовать природный газ на теплогенерирующих станциях. Поэтому со временем место основного топлива занял газ, а мазут остался для резерва. Теперь же существует тенденция отказа от мазута даже как от резервного источника топлива. На строящихся или реконструируемых котельных предпочтительным является использование двух магистралей газа (основной и резервной). Получается так из-за того, что для использования мазута требуется создание определенных условий, а это влечет за собой дополнительные затраты. Мазут на котельной необходимо хранить в разогретом состоянии, иначе он затвердеет и его использование станет невозможным. Для подогрева мазута используют пар, производимый на этой же котельной путем сжигания топлива. То есть для содержания резервного топлива требуются затраты основного. При этом используется это резервное топливо редко и в небольших количествах. Также мазут необходимо постоянно перемешивать, иначе он будет расслаиваться: содержащаяся в мазуте вода за счет разности плотностей окажется внизу резервуара. Тогда при подаче резервного топлива на котел вместо мазута на горелки поступит смесь, которая может на 40-60% состоять из воды, что приведет к резкому ухудшению работы станции или даже к аварии. Иными словами, содержание мазутного хозяйства понижает общую эффективность работы котельной, повышает затраты топлива и себестоимость произведенной на ней энергии. Себестоимость тоже является важным показателем, потому что энергия – это продукт, очень распространенный и имеющий свою цену. В наше время экономическая составляющая любого проекта является приоритетной.

Таким образом, тема отказа от использования мазута на котельных (и других энергетических станциях) является довольно важной и актуальной. Использование альтернативных источников резервного

					<i>ВКР.13.03.01.150276 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

топлива повысит надежность и эффективность работы станции. Это позволит снизить затраты на производство энергии, что может привести к понижению цен на этот продукт для потребителей.

В данной работе будет рассмотрена замена на котельной мазута на альтернативное резервное топливо. В качестве альтернативы предложено дизельное топливо. Этот вариант обладает рядом преимуществ:

- 1) неприхотливость – использование дизельного топлива не требует таких больших затрат для его поддержания в рабочем состоянии;
- 2) взаимозаменяемость – дизельное топливо тоже жидкое, следовательно, его использование не потребует большого количества конструктивных изменений в котле;
- 3) доступность – дизельное топливо можно свободно приобретать и поставлять на котельную с помощью специальных автомобилей.

Целью данной выпускной квалификационной работы является представление решения по замене мазутного хозяйства котельной на дизельное и обоснование целесообразности такого решения. Будет рассмотрено три варианта, различающихся по масштабам изменений, объему работ и итоговым затратам на их осуществление. Состоять данная работа будет из следующих этапов:

- описание рассматриваемого объекта;
- оценка состояния резервного топливного хозяйства котельной на данный момент времени;
- определение необходимого количества дизельного топлива для создания нового резервного топливного хозяйства;
- расчет и подбор необходимого оборудования для трех различных вариантов;

					<i>ВКР.13.03.01.150276 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						8
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- экономическая оценка и сравнение предложенных вариантов, выбор оптимального решения.

Так как рассматриваемый объект в целом типовой, и подобных ему довольно много, предложенные варианты могут быть в дальнейшем рассмотрены и реализованы на аналогичных объектах с небольшими изменениями.

					<i>ВКР.13.03.01.150276 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

1. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА

Объектом, рассматриваемым в работе, является квартальная котельная «Педиатрическая», которая находится по адресу: Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. Котельная принадлежит одному из крупнейших игроков на энергетическом рынке Санкт-Петербурга – компании ГУП «ТЭК СПб». Основные характеристики котельной представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Характеристики котельной «Педиатрическая»

Показатель	Размерность	Значение показателя
1	2	3
Назначение		Производственно-отопительная
Установленная мощность	Гкал/ч	19,3
Тип теплоносителя		Вода/пар
Температура воды	°С	65
Давление пара	кг/см ²	6-8
Основное топливо		газ
Резервное топливо		мазут
Потребители:		
Жилые дома	ед.	2
Общественные учреждения	ед.	0
Лечебные учреждения	ед.	11
Образовательные учреждения	ед.	4
Иные потребители	ед.	7
Подключенная нагрузка всего, в т.ч.:	Гкал/ч	10,22
Отопление	Гкал/ч	4,47
Горячее водоснабжение	Гкал/ч	1,14
Вентиляция	Гкал/ч	1,27

1	2	3
Технология	Гкал/ч	3,01
Температурный график котельной	°С	130-70
Категория потребителей тепла по надежности теплоснабжения		1 и 2
Год строительства		1905

Данная котельная является старейшей в Санкт-Петербурге (построена в 1905 году) и включена в комплекс зданий Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета [1]. Благодаря своей истории и расположению котельная имеет несколько характерных особенностей. Во-первых, основными потребителями теплоты являются медицинское высшее учебное заведение и лечебные учреждения, что говорит об особых требованиях к надежности теплоснабжения. Во-вторых, комплекс зданий, в который входит здание котельной является объектом культурного наследия и состоит на учете в комитете по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры Санкт-Петербурга (КГИОП). То есть любые работы, проводимые на территории котельной не внутри здания, должны быть согласованы и утверждены несколькими государственными органами, в том числе этим комитетом. В-третьих, котельная поставляет пар в лечебные учреждения. Однако, пар требуется только в определенное время (с 7:00 до 15:00). То есть нагрузка на котельной меняется в течение суток.

2. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КОТЕЛЬНОЙ

В данной главе представлено описание того оборудования, на работу которого могут напрямую повлиять предлагаемые изменения.

2.1. КОТЛЫ

					<i>ВКР.13.03.01.150276 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

На любой котельной главным оборудованием являются котлы. На данном объекте установлено три котла:

- ДКВр 6,5/13 2 шт.;
- ДКВр 10/13 1 шт.

В отопительный период на котельной работает один более мощный котел ДКВр 10/13. Рассмотрим его подробнее.

Котлы паровые серии ДКВр – это двухбарабанные, вертикально-водотрубные котлы с естественной циркуляцией. Естественная циркуляция образуется в замкнутом контуре за счет разности плотностей смеси в опускных и подъемных трубах. Котлы данной серии имеют возможность перевода в водогрейный режим. Производятся мощностью от 2,5 до 20 тонн пара в час, давлением 1,3 МПа и температурой насыщенного пара 194 °С. Котел может оснащаться пароперегревателем [2]. Основные номинальные технические характеристики котла представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Характеристики котла ДКВр 10/13

Характеристика	Значение
1	2
Тип котла	Паровой
Вид расчетного топлива	газ/жидкое топливо
Паропроизводительность, т/ч	10
Рабочее (избыточное) давление теплоносителя на выходе, МПа (кгс/см ²)	1,3 (13,0)
Температура пара на выходе, °С	
насыщенный	194
перегретый	250
Температура питательной воды, °С	100

Продолжение табл. 2.1

1	2
Расчетный КПД (топливо газ), %	87
Расчетный КПД (жидкое топливо), %	86
Расход расчетного топлива (газ), м ³ /ч	740
Расход расчетного топлива (жидкое топливо), кг/ч	700
Масса транспортабельного блока котла, кг	15396

Устройство и принцип работы котла ДКВр 10/13

Общий вид котла представлен на рисунке 2.1.

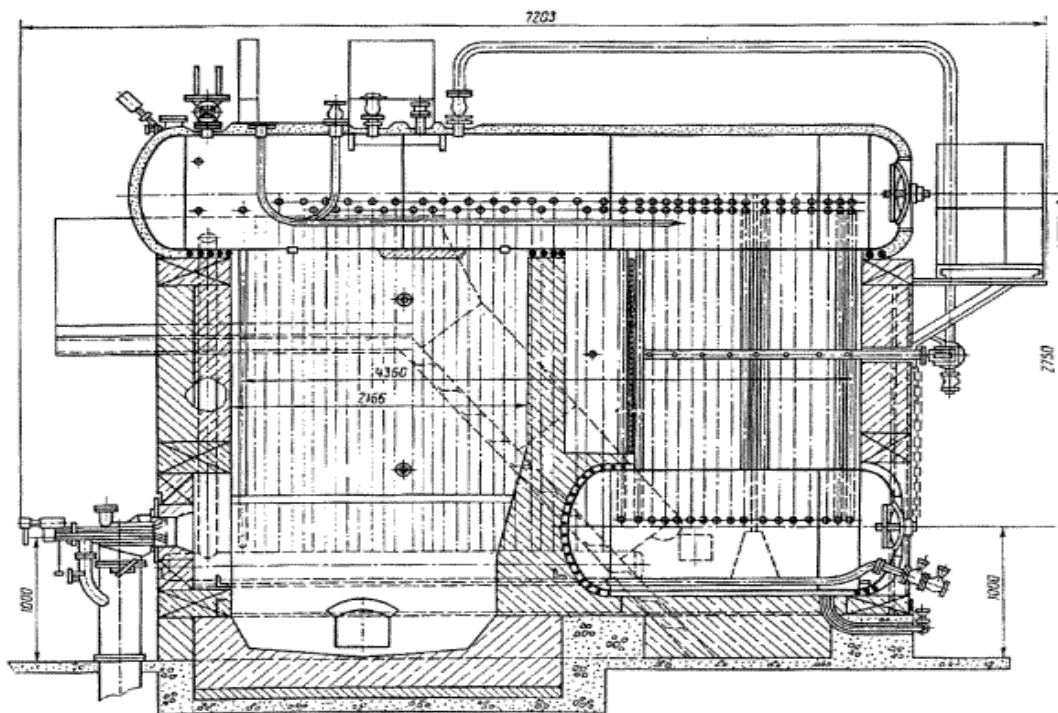


Рис. 2.1. Общий вид котла

Данный котел хорош тем, что в различных модификациях способен работать почти на любом виде топлива. А в данной комплектации возможна работа на жидком и газообразном топливе.

2.2. ГОРЕЛКИ

Котел ДКВр снабжен двумя горелками ГМГ-5М. Такие горелки предназначены для отдельного сжигания жидкого и газообразного топлива. Основные характеристики горелки представлены в табл. 2.2 [3].

Таблица 2.2

Основные характеристики горелки ГМГ-5М

Характеристика	Значение
Габариты (LxВxН), мм	1260x600x630
Номинальная тепловая мощность, МВт (Гкал/ч)	5,82 (5)
Коэффициент рабочего регулирования	5
Номинальное давление мазута перед форсункой, МПа (кгс/см ²)	2,0 (20)
Номинальное давление газа перед форсункой, МПа (кгс/см ²)	3,8 (380)
Номинальный расход мазута, кг/ч	516
Номинальный расход газа, м ³ /ч	591
Применяемость к котлам	ДКВр 10, ДКВр 20
Масса, кг	138

Общий вид горелки марки ГМГ представлен на рисунке 2.2.

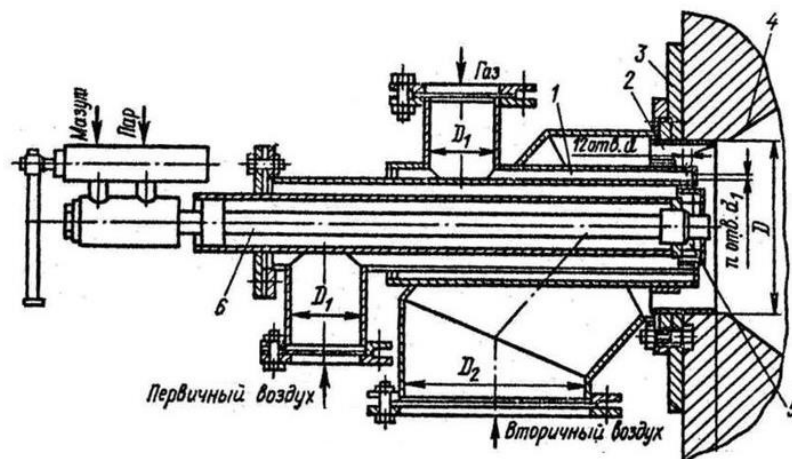


Рис. 2.2. Общий вид горелки: 1 – газовоздушная часть; 2, 5 – лопаточные завихрители вторичного воздуха; 3 – монтажная плита; 4 – керамический туннель; 6 – паромеханическая форсунка

2.3. МАЗУТНОЕ ХОЗЯЙСТВО

На котельной создано мазутное хозяйство – резервный источник топлива. Такая мера необходима для того, чтобы при внезапном нарушении поставки основного топлива (природного газа) котельная какое-то время смогла работать и обеспечивать потребителей теплотой.

Мазут поставляется на котельную с помощью автомобильного транспорта. В таком случае, согласно правилам, объем хранилища резервного топлива на котельной должен обеспечивать ее работу в течение 72 часов [11].

Но для обеспечения нормальной работы котельной на мазуте в случае необходимости недостаточно просто хранить его в емкостях. Во-первых, мазут поступает на котельную с некоторым содержанием воды. Даже по государственному стандарту влажность мазута, выпускаемого нефтеперерабатывающей промышленностью, может достигать 15% [4]. Кроме того, вода может попасть в мазут во время его разогрева при приемке или при транспортировке. Из-за разности плотностей, находясь в состоянии покоя, мазут начинает расслаиваться. Вода скапливается у дна емкости, а именно оттуда осуществляется забор топлива для его подачи на горелки. Это означает, что на горелки может быть подана смесь с большим содержанием воды (более 60%). Это может привести к ухудшению горения или вообще к его прекращению. Во-вторых, согласно упомянутому стандарту, температура застывания топочных мазутов находится в пределах от 10 до 42 °С [4]. Естественно, застывший мазут будет невозможно откачать из емкости и подать на горелки. То есть мазут нужно хранить в разогретом состоянии, температура мазута должна быть в районе 60-80 °С. На котельных (в том числе и на «Педиатрической») существует два решения этих проблем. Во-первых, в емкостях для хранения мазута располагаются подогреватели – трубки, в которые подается пар с котельной и разогревает

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

мазут. Во-вторых, происходит непрерывная циркуляция мазута через теплообменник, в котором пар подогревает мазут, и по ходу всего мазутопровода вдоль котлов и обратно в емкость. Это позволяет поддерживать мазут в разогретом состоянии, перемешивать его и предотвратить забивание мазутопроводов. Стоит отметить, что все это работает на котельной только во время отопительного периода. В неотапительный период мазут хранится в холодном состоянии.

2.3.1. ЕМКОСТИ

В мазутном хозяйстве котельной находится три емкости: одна расходная и две приемных. План территории котельной с расположением емкостей представлен на чертеже в формате А3, прилагающемся к работе.

Расходная емкость

Расходная емкость на котельной одна. Она предназначена для хранения и использования мазута. Это горизонтальная стальная емкость РГС-50 объемом 50 м³. Общий вид емкости представлен на рисунке 3.1. Внутри емкости находится змеевиковый подогреватель, в который подается пар для поддержания мазута в разогретом состоянии. Из расходной емкости с помощью циркуляционных насосов топливо подается в контур циркуляции с подогревателем и на горелки котлов.

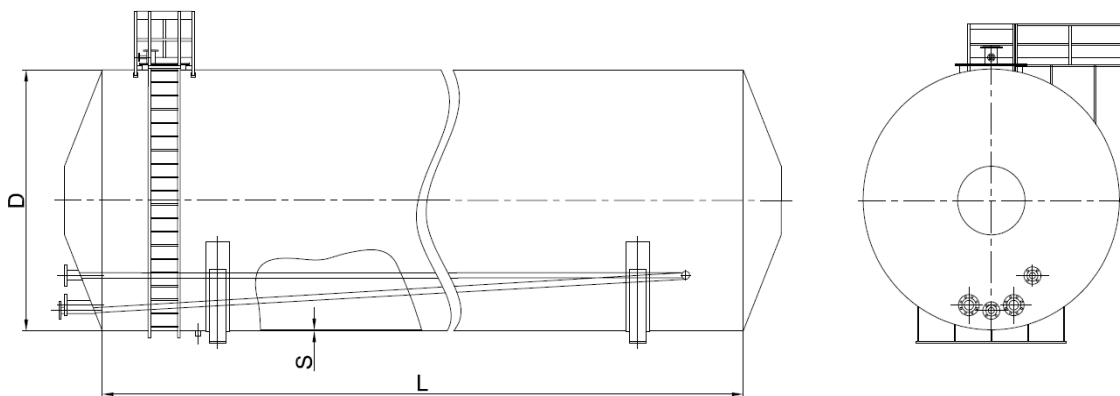


Рис. 2.3. Общий вид расходной емкости

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Приемные емкости

Приемных емкостей на котельной две, обе стальные горизонтальные объемом по 11 м³. В них по всей длине расположены выдвижные подогреватели, в которые подается пар. В эти емкости сливается мазут из автоцистерн, с помощью которых топливо поставляется на котельную. То есть осуществляется приемка. Из приемных емкостей мазут с помощью перекачивающих насосов направляется в расходную емкость.

2.3.2. ОБОРУДОВАНИЕ

В состав оборудования мазутного хозяйства котельной входит две группы насосов (перекачивающие и циркуляционные), две группы фильтров (грубой и тонкой очистки) и один мазутоподогреватель. Схема мазутного хозяйства со всем оборудованием представлена на прилагающемся чертеже.

Перекачивающие насосы

В качестве перекачивающих используются два насоса марки Ш-40/4 (один рабочий, один резервный). Это шестеренчатые насосы с подачей 19,5 м³/ч, создающие напор 6 м водяного столба. Они предназначены для перекачки мазута из приемных емкостей в расходную. Расположены по ходу мазута после фильтров грубой очистки.

Циркуляционные насосы

В качестве циркуляционных используются два насоса ЗВ-4/25 (один рабочий, один резервный). Это трехвинтовые насосы с подачей 6,8 м³/ч, создающие напор 250 м водяного столба. Мощность электродвигателя 7,5 кВт. Они предназначены для прокачки мазута из расходной емкости через весь контур циркуляции, включая мазутоподогреватель и фильтры тонкой очистки, и подачи его на горелки котлов.

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

Фильтры

Для очистки мазута на котельной установлены две группы фильтров. Для первоначальной очистки от крупных частиц после приемки перед подачей в расходную емкость предусмотрено два фильтра грубой очистки марки ФМ-25-30-5.

После мазутоподогревателя в контуре рециркуляции установлена пара фильтров ФМ-25-30-40. Это фильтры тонкой очистки, в них от мазута отделяются более мелкие частицы, которые остались после грубой очистки. После этих фильтров топливо направляется непосредственно к горелкам котлов.

Мазутоподогреватель

Для подогрева мазута в контуре рециркуляции перед подачей на горелки служит специальная камера. Камера представляет собой вертикальный теплообменник с противоточным движением сред: мазут подводится в верхний входной патрубков, проходит по трубкам змеевика и отводится через выходной патрубков, пар подается в межтрубное пространство и движется навстречу мазуту.

3. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕЗЕРВНОГО ТОПЛИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

В данной главе будет рассмотрено, какие затраты несет котельная для содержания мазутного хозяйства в отопительный период. За основу взята методика, описанная в статье [5]. Расход теплоты (пара) на подогрев мазута в котельной не измеряется, поэтому было принято решение определять его путем исключения из общей производительности полезного теплоотпуска и расхода на собственные нужды.

Для начала понадобится документ «Сведения о работе котельной». Такой документ содержит основные средние параметры работы

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

котельной за десять дней. Необходимую десятидневку выбираем так, чтобы средняя температура наружного воздуха в этот период была как можно ближе к средней температуре наружного воздуха за весь отопительный период в Санкт-Петербурге, которая составляет $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ [6]. В 2019 году такая десятидневка была в начале февраля (с 1.02 по 10.02), средняя температура составила $-1,59\text{ }^{\circ}\text{C}$ [7]. Обращаемся к сведениям о работе котельной за этот период. Из них следует, что за 10 дней котельная потратила 122091 м^3 основного топлива (природного газа). Стоит отметить, что в отопительный период на котельной работает только один котел ДКВр 10/13. Определим ежечасный расход топлива на котельной при работе 24 часа в день на протяжении 10 дней:

$$G_2 = \frac{122091}{24 \cdot 10} = 508,71\text{ м}^3 / \text{ч}$$

Далее обращаемся к режимной карте котла ДКВр 10/13. В ней указаны параметры работы котла в четырех разных режимах. В первом режиме расхода газа составляет $430\text{ м}^3/\text{ч}$, а вот втором – $620\text{ м}^3/\text{ч}$. Этим расходам соответствуют значения паропроизводительности $5,6\text{ т/ч}$ и $8,2\text{ т/ч}$. Допускаем, что зависимость между расходом топлива и производительностью котла в этих пределах линейная. С помощью линейной интерполяции [8] определяем, что при расходе газа $508,71\text{ м}^3/\text{ч}$ паропроизводительность составит $D_{ном} = 6,68\text{ т/ч}$. Аналогично теплопроизводительность составит $Q_{ном} = 3,82\text{ Гкал/ч}$.

Разделив теплопроизводительность на паропроизводительность, получим теплосодержание $h_{П} = Q_{ном} / D_{ном} = 3,82 / 6,68 = 0,572\text{ Гкал/т}$. То есть одна тонна пара, производимого котлом, содержит $0,572\text{ Гкал}$ теплоты.

Из технических отчетов по наладке определяем, что на питательный деаэратор расходуется $D_{ИД} = 0,22\text{ т/ч}$ пара, а на сетевой $D_{СД} = 0,52\text{ т/ч}$.

Определим расход пара на собственные нужды:

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$D_{CH} = D_{ИД} + D_{CD} + D_{проч.} = 0,22 + 0,52 + 0,26 = 1 \text{ т/ч,}$$

где $D_{проч.}$ – расход пара на паровую подушку в аккумуляторном баке и через возможные утечки, принимаем равным 0,26 т/ч.

Тогда расход тепла на собственные нужды составит:

$$Q_{CH} = h_{П} \cdot D_{CH} = 0,572 \cdot 1 = 0,572 \text{ Гкал/час}$$

Полезный теплоотпуск определяется из сведений о работе котельной и составляет $Q_{пол} = 2,88 \text{ Гкал/ч.}$

В таком случае расход тепла на подогрев мазута составит:

$$Q_M = Q_{ном} - Q_{пол} - Q_{CH} = 3,82 - 2,88 - 0,572 = 0,368 \text{ Гкал/ч}$$

Удельный расход газа определяется также по сведениям о работе котельной и составляет $g_g = 197,7 \text{ м}^3/\text{Гкал.}$ Тогда расход газа для обеспечения подогрева мазута составит:

$$G_G^M = g_g \cdot Q_M = 197,7 \cdot 0,368 = 72,75 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Далее потребуется цена на газ, чтобы определить топливную составляющую затрат котельной на содержание мазутного хозяйства. Цены на различные ресурсы (P_i), используемые в данной работе, представлены в приложении 1. Стоит отметить, что эти цены являются ориентировочными и предоставлены компанией ГУП «ТЭК СПб» в первой половине 2019 в качестве подходящих для экономических расчетов в этой ВКР.

Топливная составляющая затрат на содержание мазутного хозяйства:

$$z_G = P_G \cdot G_G^M = 4,562 \cdot 72,75 = 331,9 \text{ руб./ч}$$

Продолжительность отопительного периода в Санкт-Петербурге составляет 220 суток [6]. Тогда топливная составляющая затрат на содержание мазутного хозяйства за один отопительный период, а значит и за 1 год, составляет:

$$Z_G = z_G \cdot 220 \cdot 24 = 331,9 \cdot 220 \cdot 24 = 1752432 \text{ руб.}$$

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расход воды, преобразуемой в пар, который расходуется на подогрев мазута, определяется следующим образом:

$$G_{XB}^M = \frac{Q_M}{h_{II}} = \frac{0,368}{0,572} = 0,643 \text{ т/ч}$$

Доля затрат на содержание мазутного хозяйства, представленная расходом холодной воды:

$$z_{XB} = P_{XB} \cdot G_{XB}^M = 20 \cdot 0,643 = 12,86 \text{ руб./ч}$$

Что за год составит:

$$Z_{XB} = z_{XB} \cdot 220 \cdot 24 = 12,86 \cdot 220 \cdot 24 = 67900 \text{ руб.}$$

Для обеспечения циркуляции мазута круглосуточно в течение всего отопительного периода работает один насос ЗВ-4/25 с электродвигателем мощностью $N = 7,5$ кВт. Работой перекачивающего насоса можно пренебречь, так как он активен только тогда, когда мазут нужно перекачать из приемной емкости в расходную. А заменяют (привозят новый) мазут обычно раз в 5 лет при работе без перерывов поставки газа.

Затраты на электроэнергию для осуществления циркуляции мазута за один отопительный период составят:

$$Z_{ЭЭ} = P_{ЭЭ} \cdot N \cdot 24 \cdot 220 = 3 \cdot 7,5 \cdot 24 \cdot 220 = 118800 \text{ руб.}$$

Для контроля за мазутным хозяйством на котельной работает один специально обученный человек. Он измеряет уровень мазута в расходной емкости и следит за состоянием воды в мазутоловушке. Его зарплата с учетом страховых выплат составляет 36400 рублей в месяц или $Z_{ЗП} = 36400 \cdot 11 = 400400$ рублей в год с учетом одного месяца отпуска.

Ежегодно перед началом отопительного периода котельная сжигает около 1 тонны мазута для опробования мазутопроводов и работы горелок. То есть тратит еще $Z_M = 23000$ рублей.

Итого, общие затраты на содержание мазутного хозяйства в течение одного года составляет:

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_{MX} = \sum Z = Z_G + Z_{XB} + Z_{ЭЭ} + Z_{ЗП} + Z_M = 1752432 + 67900 + 118800 + 400400 + 23000 = 2362532 \text{ руб.}$$

Таким образом, содержание резервного топливного хозяйства обходится котельной в 2,36 млн рублей ежегодно при условии, что котельная без перерывов работает на основном топливе, то есть не задействует резервное.

4. РАСЧЕТ НОВОГО РЕЗЕРВНОГО ТОПЛИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

Одним из принципов формирования нового резервного топливного хозяйства было сохранение без изменений основного оборудования котельной. Использование дизельного топлива позволяет достичь этой цели, так как котел ДКВр 10/13 с горелкой ГМГ-5М может работать как на мазуте, так и на светлых нефтепродуктах. Однако, дизельное топливо все же отличается своими свойствами (теплотворная способность, плотность, вязкость) от мазута. Поэтому при переходе на это топливо сначала необходимо провести гидравлические испытания горелки с выбором требуемого давления для обеспечения оптимального распыления и составить режимную карту котла на дизтопливе для определения его оптимального расхода.

В качестве расчетного принято летнее дизельное топливо [9], обладающее следующими свойствами:

- плотность при 20 °С 860 кг/м³;
- кинематическая вязкость 4 мм²/с;
- температура застывания -10 °С;

В данной работе будет представлено три различных варианта формирования топливного хозяйства. Паропроводы во всех случаях исключены. Для предотвращения застывания дизельное топливо будет

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

направляться на циркуляцию внутри помещения котельной, когда температура наружного воздуха будет ниже 0 °С.

Вариант №1 является наименее затратным. Заключается в том, чтобы сохранить в эксплуатации как можно больше оборудования прежнего мазутного хозяйства. В данном варианте будут заменены на новые только насосы и фильтры. Емкости необходимо будет зачистить, трубопроводы пропарить. Часть прежнего оборудования, которая не будет задействована в работе, может быть ликвидирована (в случае мазутоподогревателя и фильтров грубой очистки) или законсервирована (в случае емкостей и части трубопровода).

Необходимо определиться с объемом нового резервного топливного хозяйства, требуемым для обеспечения работы котельной в течение 72 часов. Теплотворная способность дизельного топлива ($Q_{НДТ}^P = 10300$ ккал/кг) выше, чем мазута ($Q_{НМ}^P = 9700$ ккал/кг) [10].

Расход мазута на котельной определяется из режимной карты котла ДКВр 10/13 и составляет $G_M = 660$ кг/ч при работе на номинальной нагрузке.

Примем, что расход топлива обратно пропорционален его теплотворной способности. Тогда расход дизельного топлива составит:

$$G_{ДТ} = \frac{G_M \cdot Q_{НМ}^P}{Q_{НДТ}^P} = \frac{660 \cdot 9700}{10300} = 621 \text{ кг/ч}$$

Учитывая плотность дизтоплива $\rho_{ДТ} = 860$ кг/м³, объемный расход будет равен:

$$W_{ДТ} = \frac{G_{ДТ}}{\rho_{ДТ}} = \frac{621}{860} = 0,72 \text{ м}^3/\text{ч}$$

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Умножив полученное значение на $\tau_1 = 72$ часа, можно найти необходимый объем резервного топливного хозяйства:

$$V_{хоз.1} = W_{ДТ} \cdot \tau_1 = 0,72 \cdot 72 \approx 52 \text{ м}^3$$

То есть при сохранении прежних емкостей понадобится емкость объемом 50 м^3 и одна приемная емкость объемом 11 м^3 , тогда суммарный объем емкостей составит $V_{E1} = 50 + 11 = 61 \text{ м}^3$. Вторую приемную емкость можно утилизировать или законсервировать.

Вариант №2 является средним по затратам, но наиболее сложным для реализации. Заключается в том, чтобы вовремя замены резервного топливного хозяйства перевести его в разряд аварийного и уменьшить в объеме. Предлагается, чтобы такое хозяйство обеспечивало работу котельной на срок около суток с условием, что организация, предоставляющая дизельное топливо, будет обеспечивать прибытие новой партии прежде, чем оно закончится на котельной. Такой вариант будет сложен с организационной точки зрения, его нужно будет согласовать с органами местной администрации, Ростехнадзором и поставщиком топлива.

В данном варианте предусмотрена полная замена оборудования, трубопроводов и арматуры резервного топливного хозяйства. Объем приемной емкости согласно правилам должен быть не меньше объема одной автомобильной цистерны [11]. Принимаем емкость объемом $V_{E1} = V_{хоз.2} = 18 \text{ м}^3$, она будет выполнять роль приемной и расходной. Данного объема хватит на следующее количество часов работы:

$$\tau_2 = \frac{V_{хоз.2}}{W_{ДТ}} = \frac{18}{0,72} = 25 \text{ часов}$$

Меньше, чем за это время на котельную должна быть поставлена новая партия топлива.

Вариант №3 является наиболее затратным. Он заключается в полной замене оборудования, трубопроводов и арматуры и обеспечении

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

работы котельной в течение $\tau_3 = 72$ часов. Это значит, что необходимый объем топлива аналогичен варианту 1 и составляет $V_{хоз.3} = V_{хоз.1} = 52 \text{ м}^3$. Принимаем три емкости (одна приемная и две расходных) по 18 м^3 . Тогда суммарный объем емкостей составит $V_{Е3} = 3 \cdot 18 = 54 \text{ м}^3$.

4.1. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТРУБОПРОВОДОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Целью данного раздела является определение для всех трех вариантов требуемого напора, который должен будет создавать выбранный в дальнейшем насос. За основу взята методика гидравлического расчета простого трубопровода [12].

Формула для нахождения требуемого напора в циркуляционном контуре имеет следующий вид:

$$H = H_r + h + Z_r, \quad (4.1)$$

где H_r – требуемый напор топлива перед горелкой, м; h – потери напора в трубопроводе, м; $Z_r = 1,1 \text{ м}$ – высота расположения горелки относительно уровня забора топлива из резервуара.

Требуемый напор топлива перед горелкой определяется как:

$$H_r = \frac{P_r}{\rho_{дт} \cdot g} = \frac{0,8 \cdot 10^6}{860 \cdot 9,8} = 95 \text{ м},$$

где $P_r = 0,8 \text{ МПа}$ – принятое давление топлива перед горелкой (принято на основе паспорта горелки, требует уточнения при проведении гидравлических испытаний); $\rho_{дт} = 860 \text{ кг/м}^3$ – плотность дизельного топлива; $g = 9,8 \text{ м}^2/\text{с}$ – ускорение свободного падения.

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Расход дизельного топлива для гидравлического расчета принимается двойным от номинального для создания запаса на случай непредвиденных ситуаций:

$$Q = 2 \cdot W_{дт} = 2 \cdot 0,72 = 1,44 \text{ м}^3/\text{ч} = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

Для осуществления гидравлического расчета трубопроводы резервного топливного хозяйства условно разделены на два участка:

- Участок №1: трубопроводы от емкостей до насосов;
- Участок №2: трубопроводы пролегают от насосов до горелок самого дальнего котла (котел №1).

4.1.1. ВАРИАНТ №1

Схема дизельного хозяйства для варианта №1 представлена на прилагающемся чертеже. Расположение емкостей на территории котельной остается прежним.

В качестве исходных данных для расчета принимаются характеристики трубопроводов на участках, представленные в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Характеристики участков

Показатель	Обозначение	Значение	
		Участок №1	Участок №2
1	2	3	4
Длина	L_i , м	35	70
Внутренний диаметр	$d_{внi}$, м	0,08	0,05
Число поворотов трубы на 90°	$n_{п}$	5	8
Число задвижек	$n_з$	2	4

Продолжение табл. 4.1

1	2	3	4
Число клапанов	n_k	0	7
Число фильтров	n_ϕ	0	1

Расчет участка №1

Средняя скорость течения жидкости в трубе:

$$v_1 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2} = \frac{4 \cdot 4,1 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,08^2} = 0,08 \text{ м/с}$$

Для определения режима течения жидкости в трубе рассчитывается число Рейнольдса:

$$Re_1 = \frac{v_1 \cdot d_{\text{вн}}}{\nu} = \frac{0,08 \cdot 0,08}{4 \cdot 10^{-6}} = 1600,$$

где ν – коэффициент кинематической вязкости дизельного топлива, м²/с.

Полученное значение меньше, чем 2320, следовательно, режим движения жидкости ламинарный.

Было принято решение пренебречь во всех вариантах шероховатостью трубы, так как скорость течения среды и протяженность трубопровода невелики.

Тогда коэффициент гидравлического сопротивления определяется по формуле Пуазейля:

$$\lambda_1 = \frac{75}{Re_1} = \frac{75}{1600} = 0,047$$

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Далее определяется величина потерь напора по длине трубопровода:

$$h_{L1} = \lambda_1 \cdot \frac{L_1}{d_{вн1}} \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = 0,047 \cdot \frac{35}{0,08} \cdot \frac{0,08^2}{2 \cdot 9,8} = 0,007 \text{ м}$$

Потери напора в местных сопротивлениях определяются по формуле Вейсбаха:

$$h_{M1} = \sum \zeta_i \cdot \frac{v_i^2}{2 \cdot g},$$

где $\sum \zeta_i$ – суммарный коэффициент всех местных сопротивлений трубопровода i-го участка.

$$\sum \zeta_1 = \zeta_{вх} + n_{П} \cdot \zeta_{П} + n_3 \cdot \zeta_3 + n_K \cdot \zeta_K + n_{\phi} \cdot \zeta_{\phi} = 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 2 \cdot 0,15 + 0,5 + 0,3 = 1,25,$$

где $\zeta_{вх}$, $\zeta_{П}$, ζ_3 , ζ_K , ζ_{ϕ} – коэффициенты местных сопротивлений элементов трубопровода (входа в трубу, поворота трубы на 90°, задвижки, клапана и фильтра соответственно) приложение 2; $n_{П}$, n_3 , n_K , n_{ϕ} – число элементов трубопровода.

$$h_{M1} = \sum \zeta_1 \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = 1,25 \cdot \frac{0,08^2}{2 \cdot 9,8} = 0,0004 \text{ м}$$

Суммарные потери напора на участке №1 составят:

$$h_1 = h_{L1} + h_{M1} = 0,007 + 0,0004 = 0,0074 \text{ м}$$

Расчет участка №2

Производится аналогично расчету первого участка.

Средняя скорость течения жидкости в трубе:

$$v_2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{вн2}^2} = \frac{4 \cdot 4,1 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,05^2} = 0,21 \text{ м/с}$$

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Для определения режима течения жидкости в трубе рассчитывается число Рейнольдса:

$$\text{Re}_2 = \frac{v_2 \cdot d_{\text{вн}2}}{\nu} = \frac{0,21 \cdot 0,05}{4 \cdot 10^{-6}} = 2625$$

Полученное значение больше, чем 2320, следовательно, режим движения жидкости турбулентный.

Тогда коэффициент гидравлического сопротивления определяется по формуле Блазиуса:

$$\lambda_2 = \frac{0,3164}{\text{Re}_2^{0,25}} = \frac{0,3164}{2625^{0,25}} = 0,044$$

Величина потерь напора по длине трубопровода:

$$h_{L2} = \lambda_2 \cdot \frac{L_2}{d_{\text{вн}2}} \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = 0,044 \cdot \frac{70}{0,05} \cdot \frac{0,21^2}{2 \cdot 9,8} = 0,139 \text{ м}$$

Суммарный коэффициент всех местных сопротивлений трубопровода на участке:

$$\sum \zeta_2 = \zeta_{\text{ex}} + n_{\text{П}} \cdot \zeta_{\text{П}} + n_3 \cdot \zeta_3 + n_{\text{К}} \cdot \zeta_{\text{К}} + n_{\text{Ф}} \cdot \zeta_{\text{Ф}} = 0,2 + 8 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 7 \cdot 5 + 1 \cdot 3 = 40,$$

Потери напора в местных сопротивлениях:

$$h_{M2} = \sum \zeta_2 \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = 40 \cdot \frac{0,21^2}{2 \cdot 9,8} = 0,09 \text{ м}$$

Суммарные потери напора на участке №2 составят:

$$h_2 = h_{L2} + h_{M2} = 0,139 + 0,09 = 0,229 \text{ м}$$

Потери напора во всем контуре циркуляции являются суммой потерь на двух участках:

$$h = h_1 + h_2 = 0,0074 + 0,229 = 0,24 \text{ м}$$

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Теперь можно определить требуемый в контуре напор (формула 4.1):

$$H = H_{\Gamma} + h + Z_{\Gamma} = 95 + 0,24 + 1,1 = 96,34 \text{ м}$$

Это значение необходимо для выбора циркуляционных насосов.

В гидравлическом расчете перекачивающего контура нет необходимости, так как протяженность трубопровода небольшая и нет необходимость создавать большой напор (как перед горелкой), а приемная и расходная емкости находятся на одном уровне.

4.1.2. ВАРИАНТ №2

Схема дизельного хозяйства для варианта №2 представлена на чертеже. В данном случае используется одна емкость и она располагается на площадке на месте прежней мазутной расходной емкости. План территории котельной с новым расположением емкости также представлен на чертеже. В текущем варианте реализована частичная автоматизация топливного хозяйства, установлено автоматическое оборудование. Так как в расчете варианта №1 потери напора в трубопроводе оказались малы и с целью экономии денежных средств было принято решение в этом варианте использовать стальные трубы с внутренним диаметром 65 мм и 40 мм. Характеристики участков трубопровода представлены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Характеристики участков

Показатель	Обозначение	Значение	
		Участок №1	Участок №2
1	2	3	4
Длина	L_i , м	35	70
Внутренний диаметр	$d_{\text{вн}}$, м	0,065	0,04

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
						30

1	2	3	4
Число поворотов трубы на 90°	n_{Π}	5	8
Число задвижек	n_3	1	4
Число клапанов	n_K	2	9
Число фильтров	n_{Φ}	0	1

Расчет ведется аналогично варианту №1.

Расчет участка №1

Средняя скорость течения жидкости в трубе:

$$v_1 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{\text{вн1}}^2} = \frac{4 \cdot 4,1 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,065^2} = 0,124 \text{ м/с}$$

Число Рейнольдса:

$$\text{Re}_1 = \frac{v_1 \cdot d_{\text{вн1}}}{\nu} = \frac{0,124 \cdot 0,065}{4 \cdot 10^{-6}} = 2015 < 2320$$

Режим движения жидкости ламинарный.

Коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\lambda_1 = \frac{75}{\text{Re}_1} = \frac{75}{2015} = 0,037$$

Величина потерь напора по длине трубопровода:

$$h_{L1} = \lambda_1 \cdot \frac{L_1}{d_{\text{вн1}}} \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = 0,037 \cdot \frac{35}{0,065} \cdot \frac{0,124^2}{2 \cdot 9,8} = 0,016 \text{ м}$$

Суммарный коэффициент местных сопротивлений на участке:

$$\sum \zeta_1 = \zeta_{\text{ex}} + n_{\Pi} \cdot \zeta_{\Pi} + n_3 \cdot \zeta_3 + n_K \cdot \zeta_K + n_{\Phi} \cdot \zeta_{\Phi} = 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 1 \cdot 0,15 + 2 \cdot 5 + 0 \cdot 3 = 11,1$$

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Потери напора в местных сопротивлениях:

$$h_{M1} = \sum \zeta_1 \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = 11,1 \cdot \frac{0,124^2}{2 \cdot 9,8} = 0,009 \text{ м}$$

Суммарные потери напора на участке №1 составят:

$$h_1 = h_{L1} + h_{M1} = 0,016 + 0,009 = 0,025 \text{ м}$$

Расчет участка №2

Производится аналогично расчету первого участка.

Средняя скорость течения жидкости в трубе:

$$v_2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{\text{вн}2}^2} = \frac{4 \cdot 4,1 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,04^2} = 0,33 \text{ м/с}$$

Число Рейнольдса:

$$\text{Re}_2 = \frac{v_2 \cdot d_{\text{вн}2}}{\nu} = \frac{0,33 \cdot 0,04}{4 \cdot 10^{-6}} = 3300 > 2320$$

Режим движения жидкости турбулентный.

Коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\lambda_2 = \frac{0,3164}{\text{Re}_2^{0,25}} = \frac{0,3164}{3300^{0,25}} = 0,042$$

Величина потерь напора по длине трубопровода:

$$h_{L2} = \lambda_2 \cdot \frac{L_2}{d_{\text{вн}2}} \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = 0,042 \cdot \frac{70}{0,04} \cdot \frac{0,33^2}{2 \cdot 9,8} = 0,408 \text{ м}$$

Суммарный коэффициент всех местных сопротивлений трубопровода на участке:

$$\sum \zeta_2 = \zeta_{\text{вх}} + n_{\text{П}} \cdot \zeta_{\text{П}} + n_3 \cdot \zeta_3 + n_{\text{К}} \cdot \zeta_{\text{К}} + n_{\text{Ф}} \cdot \zeta_{\text{Ф}} = 0,2 + 8 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 9 \cdot 5 + 1 \cdot 3 = 50,$$

Потери напора в местных сопротивлениях:

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$h_{M2} = \sum \zeta_2 \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = 50 \cdot \frac{0,33^2}{2 \cdot 9,8} = 0,278 \text{ м}$$

Суммарные потери напора на участке №2 составят:

$$h_2 = h_{L2} + h_{M2} = 0,408 + 0,278 = 0,686 \text{ м}$$

Потери напора во всем контуре циркуляции:

$$h = h_1 + h_2 = 0,025 + 0,686 = 0,71 \text{ м}$$

Требуемый в контуре напор:

$$H = H_{\Gamma} + h + Z_{\Gamma} = 95 + 0,71 + 1,1 = 96,81 \text{ м}$$

Подающий контур в этом варианте отсутствует.

4.1.3. ВАРИАНТ №3

Данный вариант, как и вариант №2, предполагает частичную автоматизацию резервного топливного хозяйства. На месте прежних приемных емкостей расположена одна горизонтальная емкость, а на месте расходной – две вертикальных. Схема дизельного хозяйства и расположение емкостей на территории котельной представлены на чертежах, прилагающихся к работе. В текущем варианте предлагается использовать трубы с внутренним диаметром 50 мм и 32 мм. Характеристики участков представлены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Характеристики участков

Показатель	Обозначение	Значение	
		Участок №1	Участок №2
1	2	3	4
Длина	L_i , м	35	70

1	2	3	4
Внутренний диаметр	$d_{\text{вн1}}, \text{ м}$	0,05	0,032
Число поворотов трубы на 90°	$n_{\text{П}}$	5	8
Число задвижек	$n_{\text{З}}$	1	4
Число клапанов	$n_{\text{К}}$	2	9
Число фильтров	$n_{\text{Ф}}$	0	1

Расчет ведется аналогично первым двум вариантам.

Расчет участка №1

Средняя скорость течения жидкости в трубе:

$$v_1 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{\text{вн1}}^2} = \frac{4 \cdot 4,1 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,05^2} = 0,21 \text{ м/с}$$

Число Рейнольдса:

$$\text{Re}_1 = \frac{v_1 \cdot d_{\text{вн1}}}{\nu} = \frac{0,21 \cdot 0,05}{4 \cdot 10^{-6}} = 2625 > 2320$$

Режим движения жидкости турбулентный.

Коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\lambda_1 = \frac{0,3164}{\text{Re}_1^{0,25}} = \frac{0,3164}{2625^{0,25}} = 0,044$$

Величина потерь напора по длине трубопровода:

$$h_{\text{Л1}} = \lambda_1 \cdot \frac{L_1}{d_{\text{вн1}}} \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = 0,044 \cdot \frac{35}{0,05} \cdot \frac{0,21^2}{2 \cdot 9,8} = 0,069 \text{ м}$$

Суммарный коэффициент местных сопротивлений на участке:

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sum \zeta_1 = \zeta_{\text{вх}} + n_{\text{П}} \cdot \zeta_{\text{П}} + n_3 \cdot \zeta_3 + n_{\text{К}} \cdot \zeta_{\text{К}} + n_{\text{Ф}} \cdot \zeta_{\text{Ф}} = 0,2 + 5 \cdot 0,15 + 1 \cdot 0,15 + 2 \cdot 5 + 0 \cdot 3 = 11,1$$

Потери напора в местных сопротивлениях:

$$h_{M1} = \sum \zeta_1 \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = 11,1 \cdot \frac{0,21^2}{2 \cdot 9,8} = 0,025 \text{ м}$$

Суммарные потери напора на участке №1 составят:

$$h_1 = h_{L1} + h_{M1} = 0,069 + 0,025 = 0,094 \text{ м}$$

Расчет участка №2

Производится аналогично расчету первого участка.

Средняя скорость течения жидкости в трубе:

$$v_2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{\text{вн}2}^2} = \frac{4 \cdot 4,1 \cdot 10^{-4}}{3,14 \cdot 0,032^2} = 0,51 \text{ м/с}$$

Число Рейнольдса:

$$\text{Re}_2 = \frac{v_2 \cdot d_{\text{вн}2}}{\nu} = \frac{0,51 \cdot 0,032}{4 \cdot 10^{-6}} = 4080 > 2320$$

Режим движения жидкости турбулентный.

Коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\lambda_2 = \frac{0,3164}{\text{Re}_2^{0,25}} = \frac{0,3164}{4080^{0,25}} = 0,04$$

Величина потерь напора по длине трубопровода:

$$h_{L2} = \lambda_2 \cdot \frac{L_2}{d_{\text{вн}2}} \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = 0,04 \cdot \frac{70}{0,032} \cdot \frac{0,51^2}{2 \cdot 9,8} = 1,161 \text{ м}$$

Суммарный коэффициент всех местных сопротивлений трубопровода на участке:

$$\sum \zeta_2 = \zeta_{\text{вх}} + n_{\text{П}} \cdot \zeta_{\text{П}} + n_3 \cdot \zeta_3 + n_{\text{К}} \cdot \zeta_{\text{К}} + n_{\text{Ф}} \cdot \zeta_{\text{Ф}} = 0,2 + 8 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 9 \cdot 5 + 1 \cdot 3 = 50,$$

					<i>ВКР.13.03.01.150276 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		35

Потери напора в местных сопротивлениях:

$$h_{M2} = \sum \zeta_2 \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = 50 \cdot \frac{0,51^2}{2 \cdot 9,8} = 0,664 \text{ м}$$

Суммарные потери напора на участке №2 составят:

$$h_2 = h_{L2} + h_{M2} = 1,161 + 0,664 = 1,825 \text{ м}$$

Потери напора во всем контуре циркуляции:

$$h = h_1 + h_2 = 0,094 + 1,825 = 1,92 \text{ м}$$

Требуемый в контуре напор:

$$H = H_{\Gamma} + h + Z_{\Gamma} = 95 + 1,92 + 1,1 = 98,02 \text{ м}$$

Расчет перекачивающего контура не производится из тех же соображений, что и в варианте №1.

4.2. ВЫБОР НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данном разделе представлен подбор всего оборудования, необходимого для реализации каждого варианта.

4.2.1. ВАРИАНТ №1

Замена емкостей, арматуры и приборов в текущем варианте не предусмотрена.

Насосное оборудование

В данном варианте в целях максимальной экономии средств будут заменены только перекачивающие насосы марки Ш, так как они совершенно не предназначены для работы с дизельным топливом. Циркуляционные насосы ЗВ решено оставить, как на том объекте, на котором уже реализован этот вариант. Однако, стоит отметить, что данные насосы не

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

подразумевают работу с дизтопливом. Их можно использовать, но срок их службы заметно сократится.

Главным условием выбора перекачивающих насосов является то, что их производительность должна превышать расчетную производительность циркуляционных насосов, которая составляет 6,8 м³/ч.

Выбран насос Espra DOIL 40 [13], имеющий следующие характеристики:

- производительность 8,94 м³/ч;
- максимальный напор 16 м;
- мощность двигателя 0,88 кВт.

Необходимо два насоса: рабочий и резервный.

Фильтры

Фильтры грубой очистки ликвидируются, фильтры тонкой очистки необходимо заменить на новые.

Выбран сетчатый фильтр Danfoss FVF [14] с характеристиками:

- условный диаметр 50 мм;
- максимальная пропускная способность 54 м³/ч;
- максимальная температура среды 120 °С;
- максимальное давление среды 16 бар.

Необходимо два фильтра: рабочий и резервный.

4.2.2. ВАРИАНТ №2

Емкость

В данном варианте для хранения дизельного топлива предусмотрена одна пластиковая горизонтальная емкость компании Ротопласт [15].

Емкость имеет следующие характеристики:

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		37

- объем 18 м³;
- диаметр 2300 мм;
- высота 2300 мм;
- длина 4860 мм.

Емкость будет располагаться на том же месте, где раньше располагалась мазутная емкость. Создание новой площадки не требуется.

Насосное оборудование

Циркуляционные насосы (один рабочий и один резервный) должны обладать подачей более 1,5 м³/ч и напором более 97 м.

Выбран насос Pedrollo РК [16]. Характеристики насоса:

- максимальная производительность 5,4 м³/ч;
- максимальный напор 150 м (с запасом);
- мощность двигателя 2,2 кВт.

Перекачивающие насосы не требуются.

Фильтры

В данном варианте на участке №2 применяется трубопровод диаметром 40 мм. Исходя из этого выбран сетчатый фильтр Danfoss FVF с характеристиками:

- условный диаметр 40 мм;
- максимальная пропускная способность 33 м³/ч
- максимальная температура среды 120 °С;
- максимальное давление среды 16 бар.

Трубопроводная арматура

Вся арматура заменяется на новую, часть новой арматуры автоматизирована. Список выбранных компонентов:

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

- задвижки Tescofi VOC Ду = 65 мм – 2 шт. [17];
- задвижки Tescofi Ду = 40 мм – 6 шт.;
- клапан проходной Danfoss Ду = 40 мм – 27 шт.;
- клапан обратный Enolgas H.161 2” – 2 шт. [18];
- клапан электромагнитный взрывозащищенный СЕНС-ПР Ду = 65 мм – 1 шт. [19];
 - клапан запорный электромагнитный Danfoss EV 220A Ду = 65 мм – 1 шт.;
 - задвижка с электроприводом Tescofi Ду = 40 мм – 1 шт.;
 - клапан защиты Ду = 40 мм (Спецарматура) – 3 шт. [20];
 - клапан регулирующий Ду = 40 мм (Спецарматура) – 3 шт.;
 - дыхательный клапан КДЗТ-50А (АЗС Комплект) – 1 шт. [21];
 - датчик уровня ПМП-50 (СЕНСОР) – 1 шт.;
 - расходомер Веста ПРЭМ Ду = 40 мм – 1 шт. [22];
 - манометр цифровой Danfoss KPI – 10 шт.

Трубы

Для участка трубопровода от емкости до насоса приняты стальные бесшовные трубы (сталь 20) общей длиной 40 м с внутренним диаметром 65 мм.

Для остального трубопровода приняты также стальные бесшовные трубы общей длиной 145 м и внутренним диаметром 40 мм [23].

4.2.3. ВАРИАНТ №3

Емкости

В данном варианте необходимо три емкости:

- приемная горизонтальная объемом 18 м³ – 1 шт.;
- расходная вертикальная объемом 18 м³ – 2 шт.

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

Принимаются те же емкости, что и в варианте №2 от компании Ротопласт.

Насосное оборудование

В текущем варианте предусмотрено две группы насосов: перекачивающие направляют дизтопливо из приемной емкости в расходные, циркуляционные обеспечивают циркуляцию топлива и его подачу на горелки из расходных емкостей. Состав насосного оборудования:

- перекачивающие насосы Espa DOIL 40 с производительностью 8,94 м³/ч, создаваемым напором 16 м, мощность двигателя 0,88 кВт – 2 шт.;
- циркуляционные насосы Pedrollo РК с производительностью 5,4 м³/ч, создаваемым напором 150 м, мощность двигателя 2,2 кВт – 2 шт.

Фильтры

На участке трубопровода с внутренним диаметром 32 мм устанавливается два фильтра (рабочий и резервный):

- фильтр Danfoss FVF Ду = 32 мм – 2 шт.

Трубопроводная арматура

От варианта №2 состав трубопроводной арматуры отличается размерами проходных сечений и количеством, так как добавляется перекачивающий контур. Состав оборудования:

- задвижка с электроприводом Tecofi Ду = 50 мм – 2 шт.;
- задвижка с электроприводом Danfoss Ду = 32 мм – 2 шт.;
- задвижка Ду = 50 мм (Спецарматура) – 7 шт.;
- задвижка KR30 Ду = 32 мм (Спецарматура) – 6 шт.;
- клапан обратный Enolgas H.161 2 1/2” – 2 шт.;

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

- клапан обратный Enolgas H.161 1 1/2 – 2 шт.;
- клапан проходной Danfoss Ду = 50 мм – 2 шт.;
- клапан проходной Danfoss Ду = 32 мм – 25 шт.;
- клапан электромагнитный взрывозащищенный СЕНС ПР Ду = 50 мм – 2 шт.;
- клапан электромагнитный взрывозащищенный СЕНС ПР Ду = 32 мм – 3 шт.;
- клапан запорный электромагнитный Danfoss EV220A Ду = 50 мм;
- клапан защиты Ду = 32 мм (Спецарматура) – 3 шт.;
- клапан автоматический регулирующий Danfoss Ду = 32 мм – 3 шт.;
- дыхательный клапан КДЗТ-50 А (АЗС Комплект) – 3 шт.;
- датчик уровня ПМП (СЕНСОР) – 3 шт.;
- расходомер Веста ПРЭМ Ду = 32 мм – 1 шт.;
- манометр цифровой Danfoss КРІ – 14 шт.

Трубы

Для перекачивающего контура и трубопровода от расходной емкости до циркуляционных насосов приняты стальные бесшовные трубы с внутренним диаметром 50 мм общей протяженностью 100 м.

Для контура циркуляции от циркуляционных насосов до расходной емкости приняты стальные бесшовные трубы диаметром 32 мм общей протяженностью 145 м.

5. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА

Для оценки экономической эффективности удобно рассматривать предложенные варианты в качестве инвестиционных проектов. В основе

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		41

расчетов лежит метод оценки эффективности инвестиционного проекта [24]. В таком случае за инвестиции принимаются затраты на переподготовку старого оборудования, закупку нового и на строительные-монтажные работы. Общая стоимость оборудования для всех трех вариантов представлена в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Стоимость нового оборудования

Оборудование	Количество, шт.			Стоимость, тыс. руб.		
	Вариант №1	Вариант №2	Вариант №3	Вариант №1	Вариант №2	Вариант №3
1	2	3	4	5	6	7
Емкость	0	1	3	-	150	450
Насос перекачивающий	2	0	2	46	-	46
Насос циркуляционный	0	2	2	-	48	48
Фильтр	2	2	2	10,6	9,8	8,6
Задвижка с электроприводом	0	1	4	-	150	510
Задвижка	0	8	13	-	46	75
Клапан обратный	0	2	4	-	4,4	9,6
Клапан проходной	0	27	27	-	59,4	58
Клапан электромагнитный взрывозащищенный	0	1	5	-	30	129
Клапан запорный электромагнитный	0	1	2	-	13	18,4
Клапан защиты	0	3	3	-	57	22,6

1	2	3	4	5	6	7
Регулирующий клапан	0	3	3	-	30	120
Дыхательный клапан	0	1	3	-	10,5	31,5
Датчик уровня	0	1	3	-	8,5	25,5
Расходомер	0	1	1	-	30	21,5
Манометр	0	10	14	-	45	63
Трубопровод, м	-	185	245	-	76,3	91,6
Всего				56,6	767,9	1728,3

Цель создания дизельного хозяйства – ликвидация мазутного. Это значит, что все затраты, которые несла котельная на содержание мазутного хозяйства оборачиваются в прибыль.

5.1. ВАРИАНТ №1

Прежде всего требуется определить объем инвестиций – сумму всех затрат на реализацию проекта:

$$И = Z_{II} + Z_E + Z_{DT} + Z_{об.} + Z_{СМР} - OC_M, \quad (5.1)$$

где Z_{II} – затраты на пропарку трубопроводов, Z_E – затраты на слив мазута и зачистку емкостей, Z_{DT} – затраты на покупку дизельного топлива, $Z_{об.}$ – затраты на покупку оборудования, $Z_{СМР}$ – затраты на строительномонтажные работы, OC_M – остаточная стоимость мазута.

Пропарка осуществляется подачей пара по мазутопроводам в течение 24 часов. Затраты на пропарку являются затратами за сутки на газ и холодную воду (определены в главе 3):

$$Z_{II} = (z_{Г} + z_{ХВ}) \cdot 24 \cdot 10^{-3} = (331,9 + 12,86) \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 8,3 \text{ тыс. руб.}$$

Цена на откачку мазута и зачистку емкостей подрядной организацией составляет около $p_E = 5$ тыс. руб. за m^3 (цена предоставлена

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

компанией ГУП «ТЭК СПб» и актуальная на первую половину 2019 года). Тогда затраты на подготовку емкостей общим объемом $V_E = 72 \text{ м}^3$ составят:

$$Z_E = p_E \cdot V_E = 5 \cdot 72 = 360 \text{ тыс. руб.}$$

Из главы 4 следует, что для создания резервного топливного хозяйства, обеспечивающего работу котельной течение 72 часов, понадобится $V_{ДТ} = 52 \text{ м}^3$ дизельного топлива. Зная цену на дизтопливо, можно найти затраты на его покупку:

$$Z_{ДТ} = P_{ДТ} \cdot V_{ДТ} = 44 \cdot 52 = 2288 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на оборудование из табл. 5.1:

$$Z_{об.} = 56,6 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на строительные-монтажные работы примем равными затратам на оборудование, то есть:

$$Z_{СМР} = Z_{об.} = 56,6 \text{ тыс. руб.}$$

Определим остаточную стоимость мазута. Гарантийный срок хранения мазута 5 лет [4]. На данной котельной текущая партия мазута находится всего 3 года. Зная цену мазута и объем мазутного хозяйства $V_M = 72 \text{ м}^3$, можно найти его остаточную стоимость:

$$OC_M = \frac{5-3}{5} \cdot P_M \cdot V_M = \frac{5-3}{5} \cdot 25,8 \cdot 72 = 743 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда инвестиции в проект составят (формула 5.1):

$$И = Z_{П} + Z_E + Z_{ДТ} + Z_{об.} + Z_{СМР} - OC_M = 8,3 + 360 + 2288 + 56,6 + 56,6 - 743 = 2026,5$$

тыс. руб.

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Чистая прибыль есть разница между притоком и оттоком денежных средств или между положительным и отрицательным денежными потоками.

Положительным денежным потоком в данном варианте является экономия средств, которые ранее котельная тратила на содержание мазутного хозяйства. То есть:

$$ДП^+ = Z_{МК} = 2362,5 \text{ тыс. руб./год}$$

Отрицательный денежный поток есть сумма затрат на электричество, на опробование трубопроводов и горения и на зарплату персоналу. Отсутствие автоматики подразумевает наличие специально обученного человека.

Под затратами на электричество подразумеваются затраты, связанные с работой циркуляционного насоса. Насос остается прежним, то есть мощность $N = 7,5$ кВт. Однако теперь циркуляция будет осуществляться не весь отопительный период, а только тогда, когда температура наружного воздуха будет ниже 0°C , то есть 139 дней в году [6]. Отсюда:

$$Z'_{ЭЭ} = P_{ЭЭ} \cdot N \cdot 24 \cdot 139 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 7,5 \cdot 24 \cdot 139 \cdot 10^{-3} = 75 \text{ тыс. руб./год}$$

Если ежегодно котельная будет тратить на опробование трубопроводов и работы горелок 1 тонну дизтоплива, то в денежном выражении это будет:

$$Z_{он} = 1 \cdot P_{ДТ} = 37,8 \text{ тыс. руб./год}$$

Зарплата персонала остается неизменной:

$$Z_{ЗП} = 400,4 \text{ тыс. руб./год}$$

Отсюда отрицательный денежный поток будет равен:

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$ДП^- = З'_{\text{ЭЭ}} + З_{\text{он}} + З_{\text{ЗП}} = 75 + 37,8 + 400,4 = 513,2 \text{ тыс. руб./год}$$

Тогда чистая прибыль составит:

$$ЧП = ДП^+ - ДП^- = 2362,5 - 513,2 = 1849,3 \text{ тыс. руб./год}$$

Теперь стоит определить амортизацию. То есть перенос стоимости купленного оборудования на полученную с его помощью прибыль. Примем средний срок службы купленного оборудования $T_{\text{об.}} = 20$ лет. Тогда амортизация составит:

$$A = \frac{З_{\text{об.}}}{T_{\text{об.}}} = \frac{56,6}{20} = 2,8 \text{ тыс. руб./год}$$

Чистый доход определяется как сумма чистой прибыли и амортизации:

$$ЧД = ЧП + A = 1849,3 + 2,8 = 1852,1 \text{ тыс. руб./год}$$

Срок окупаемости есть время, за которое будут возвращены вложенные инвестиции. Определяется как отношение инвестиций к чистому доходу:

$$T_{\text{ок.}} = \frac{И}{ЧД} = \frac{2026,5}{1852,1} = 1,1 \text{ года}$$

Полученные выше показатели являются статическими, то есть не учитывают обесценивания денежных средств с течением времени. Такие показатели подходят для проектов с коротким расчетным сроком реализации (1-2 года). Для оценки эффективности более длительных проектов следует пользоваться Динамическими (дисконтированными) показателями.

Дисконтированные показатели эффективности проекта рассчитываются по годам. Их удобно представить в виде таблицы.

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
						46
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Допустим, что вложение инвестиций осуществлялось в нулевой год расчетного периода. Ниже в качестве примера представлен расчет дисконтированных показателей эффективности для первого года.

Чистый дисконтированный доход определяется по формуле:

$$ЧДД_i = \frac{ЧД}{(1 + E)^i},$$

где $E = 0,15$ – принятая ставка дисконта, i – год расчетного периода.

Тогда для первого года:

$$ЧДД_1 = \frac{ЧД}{(1 + E)^1} = \frac{1852,1}{(1 + 0,15)^1} = 1610,5 \text{ тыс. руб.}$$

Накопленный дисконтированный доход к концу i -го году – это сумма чистых дисконтированных доходов за i лет:

$$НДД_i = \sum ЧДД_i$$

К концу первого года накопленный дисконтированный доход составит:

$$НДД_1 = ЧДД_1 = 1610,5 \text{ тыс. руб.}$$

Чистая дисконтированная стоимость есть накопленный дисконтированный доход за вычетом первоначальных инвестиций:

$$ЧДС_i = НДД_i - И$$

К концу первого года чистая дисконтированная стоимость составит:

$$ЧДС_1 = НДД_1 - И = 1610,5 - 2026,5 = -416 \text{ тыс. руб.}$$

ЧДС за первый год отрицательная. Это означает, что к концу первого года расчетного периода проект не окупится.

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

В качестве расчетного периода примем срок в 5 лет. Этого будет достаточно для того, чтобы отразить экономическую эффективность проекта и определить его окупаемость. Дисконтированные показатели эффективности для всего расчетного периода представлены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Дисконтированные показатели эффективности варианта №1

Год	0	1	2	3	4	5
Показатель						
Инвестиции	2026,5	0	0	0	0	0
Чистый доход	0	1852,1	1852,1	1852,1	1852,1	1852,1
ЧДД	0	1610,5	1400,5	1217,8	1058,9	920,8
НДД	0	1610,5	3011	4228,8	5287,7	6208,5
ЧДС	-2026,5	-416	984,5	2202,3	3261,2	4182

Изменение чистой дисконтированной стоимости по годам расчетного периода представлено на рисунке 5.1.



Рис. 5.1. Изменение ЧДС во времени

По графику, представленному на рис. 5.1, видно, что проект окупится в первой половине второго года расчетного периода.

Индекс доходности инвестиций – это отношение накопленного дисконтированного дохода за расчетный период к инвестициям:

$$ИД = \frac{НДД_5}{И} = \frac{6208,5}{2026,5} = 3,1$$

Индекс доходности больше 1, следовательно, проект является эффективным.

Также определить дисконтированный срок окупаемости можно с помощью формулы:

$$T_{ок.д} = \frac{-\ln(1 - E \cdot И / ЧД)}{\ln(1 + E)} = \frac{-\ln(1 - 0,15 \cdot 2026,5 / 1852,1)}{\ln(1 + 0,15)} = 1,3 \text{ года}$$

Внутреннюю ставку дисконта (ВСД/IRR) – ставку, при которой приведенные доходы за расчетный период равны инвестициям, – можно определить в программе Microsoft Excel с помощью функции «ВСД»:

$$ВСД = 0,5 = 50\%$$

5.2. ВАРИАНТ №2

В данном варианте отсутствуют затраты на пропарку трубопроводов, так как все трубопроводы будут заменены на новые.

Однако помимо зачистки емкостей потребуется их утилизация. Цена на откачку мазута, зачистку и утилизацию емкостей подрядной организацией составляет около $p_E = 7,5$ тыс. руб. за m^3 . Тогда затраты на ликвидацию емкостей общим объемом $V_E = 72 m^3$ составят:

$$Z_E = p_E \cdot V_E = 7,5 \cdot 72 = 540 \text{ тыс. руб.}$$

В данном варианте используется одна емкость объемом $18 m^3$, следовательно, понадобится $V_{дт} = 18 m^3$ дизельного топлива. Затраты на его покупку:

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Z_{ДГ} = P_{ДГ} \cdot V_{ДГ} = 44 \cdot 18 = 792 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на оборудование из табл. 5.1:

$$Z_{об.} = 767,9 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на строительные-монтажные работы:

$$Z_{СМР} = Z_{об.} = 767,9 \text{ тыс. руб.}$$

Остаточная стоимость мазута одинаковая для всех вариантов:

$$OC_M = 743 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда инвестиции в проект составят:

$$I = Z_E + Z_{ДГ} + Z_{об.} + Z_{СМР} - OC_M = 540 + 792 + 767,9 + 767,9 - 743 = 2124,8 \text{ тыс.}$$

руб.

Положительный денежный поток аналогично варианту №1:

$$ДП^+ = Z_{МХ} = 2362,5 \text{ тыс. руб./год}$$

В данном случае затраты на заработную плату персоналу отсутствуют. Его заменит автоматическое оборудование.

В текущем варианте установлен новый насос мощностью 2,2 кВт.

Отсюда затраты на электроэнергию:

$$Z'_{ЭЭ} = P_{ЭЭ} \cdot N \cdot 24 \cdot 139 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 2,2 \cdot 24 \cdot 139 \cdot 10^{-3} = 22 \text{ тыс. руб./год}$$

Затраты на опробование трубопроводов и работы горелок одинаковы для всех вариантов:

$$Z_{он} = 37,8 \text{ тыс. руб./год}$$

Отсюда отрицательный денежный поток будет равен:

$$ДП^- = Z'_{ЭЭ} + Z_{он} = 22 + 37,8 = 59,8 \text{ тыс. руб./год}$$

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Тогда чистая прибыль составит:

$$ЧП = ДП^+ - ДП^- = 2362,5 - 59,8 = 2302,7 \text{ тыс. руб./год}$$

Амортизация оборудования:

$$A = \frac{З_{об.}}{T_{об.}} = \frac{767,9}{20} = 38,4 \text{ тыс. руб./год}$$

Чистый доход определяется как сумма чистой прибыли и амортизации:

$$ЧД = ЧП + A = 2302,7 + 38,4 = 2341,1 \text{ тыс. руб./год}$$

Срок окупаемости:

$$T_{ок.} = \frac{I}{ЧД} = \frac{2124,8}{2341,1} = 0,9 \text{ года}$$

Далее определяются дисконтированные показатели.

Чистый дисконтированный доход на конец первого года:

$$ЧДД_1 = \frac{ЧД}{(1+E)^1} = \frac{2341,1}{(1+0,15)^1} = 2035,7 \text{ тыс. руб.}$$

К концу первого года накопленный дисконтированный доход составит:

$$НДД_1 = ЧДД_1 = 2035,7 \text{ тыс. руб.}$$

А чистая дисконтированная стоимость составит:

$$ЧДС_1 = НДД_1 - I = 2035,7 - 2124,8 = -89,1 \text{ тыс. руб.}$$

ЧДС за первый год отрицательная. Это означает, что к концу первого года расчетного периода проект не окупится.

Дисконтированные показатели эффективности для всего расчетного периода представлены в табл. 5.3.

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Таблица 5.3

Дисконтированные показатели эффективности варианта №2

Год	0	1	2	3	4	5
Показатель						
Инвестиции	2124,8	0	0	0	0	0
Чистый доход	0	2341,1	2341,1	2341,1	2341,1	2341,1
ЧДД	0	2035,7	1770,2	1539,3	1338,5	1163,9
НДД	0	2035,7	3805,9	5345,2	6683,7	7847,6
ЧДС	-2124,8	-89,1	1681,1	3220,4	4558,9	5722,8

Изменение чистой дисконтированной стоимости по годам расчетного периода представлено на рисунке 5.2.

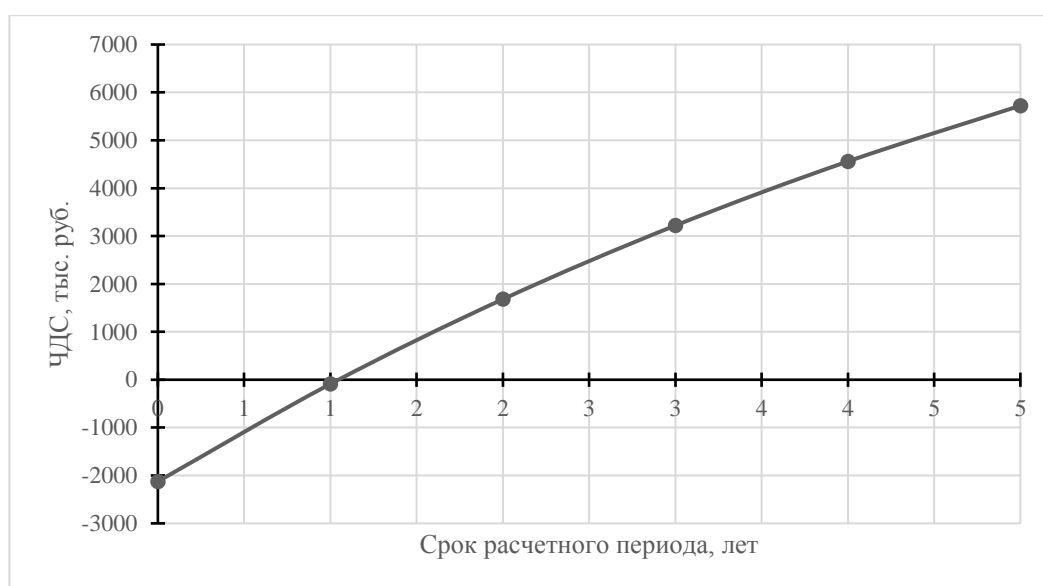


Рис. 5.2. Изменение ЧДС во времени

По графику, представленному на рис. 5.2, видно, что проект окупится уже на начало второго года расчетного периода.

Индекс доходности инвестиций:

$$ИД = \frac{НДД_5}{I} = \frac{7847,6}{2124,8} = 3,7$$

Индекс доходности больше 1, следовательно, проект является эффективным.

Также определить дисконтированный срок окупаемости можно с помощью формулы:

$$T_{ок.д} = \frac{-\ln(1 - E \cdot I / ЧД)}{\ln(1 + E)} = \frac{-\ln(1 - 0,15 \cdot 2124,8 / 2341,1)}{\ln(1 + 0,15)} = 1,1 \text{ года}$$

Внутренняя ставка дисконта:

$$ВСД = 0,7 = 70\%$$

5.3. ВАРИАНТ №3

Данный вариант отличается от предыдущего объемом вложенных инвестиций.

Тогда затраты на ликвидацию емкостей аналогично варианту №2:

$$З_E = p_E \cdot V_E = 7,5 \cdot 72 = 540 \text{ тыс. руб.}$$

В данном варианте, как и в варианте №1, понадобится $V_{дт} = 52 \text{ м}^3$ дизельного топлива. Затраты на его покупку:

$$З_{дт} = P_{дт} \cdot V_{дт} = 44 \cdot 52 = 2288 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на оборудование из табл. 5.1:

$$З_{об.} = 1728,3 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на строительные-монтажные работы:

$$З_{смп} = З_{об.} = 1728,3 \text{ тыс. руб.}$$

Остаточная стоимость мазута одинаковая для всех вариантов:

$$ОС_M = 743 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда инвестиции в проект составят:

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$И = Z_E + Z_{ДТ} + Z_{об.} + Z_{СМР} - OC_M = 540 + 2288 + 1728,3 + 1728,3 - 743 = 5541,6$$

тыс. руб.

Положительный денежный поток:

$$ДП^+ = Z_{МХ} = 2362,5 \text{ тыс. руб./год}$$

Отрицательный денежный поток такой же, как и в варианте №2:

$$ДП^- = 59,8 \text{ тыс. руб./год}$$

Тогда чистая прибыль составит:

$$ЧП = ДП^+ - ДП^- = 2362,5 - 59,8 = 2302,7 \text{ тыс. руб./год}$$

Амортизация оборудования:

$$A = \frac{Z_{об.}}{T_{об.}} = \frac{1728,3}{20} = 86,4 \text{ тыс. руб./год}$$

Чистый доход определяется как сумма чистой прибыли и амортизации:

$$ЧД = ЧП + A = 2302,7 + 86,4 = 2389,1 \text{ тыс. руб./год}$$

Срок окупаемости:

$$T_{ок.} = \frac{И}{ЧД} = \frac{5541,6}{2389,1} = 2,3 \text{ года}$$

Далее определяются дисконтированные показатели.

Чистый дисконтированный доход на конец первого года:

$$ЧДД_1 = \frac{ЧД}{(1+E)^1} = \frac{2389,1}{(1+0,15)^1} = 2077,5 \text{ тыс. руб.}$$

К концу первого года накопленный дисконтированный доход составит:

$$НДД_1 = ЧДД_1 = 2077,5 \text{ тыс. руб.}$$

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		54

А чистая дисконтированная стоимость составит:

$$ЧДС_1 = НДД_1 - И = 2077,5 - 5541,6 = -3464,1 \text{ тыс. руб.}$$

ЧДС за первый год отрицательная. Это означает, что к концу первого года расчетного периода проект не окупится.

Дисконтированные показатели эффективности для всего расчетного периода представлены в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Дисконтированные показатели эффективности варианта №2

Год	0	1	2	3	4	5
Показатель						
Инвестиции	5541,6	0	0	0	0	0
Чистый доход	0	2389,1	2389,1	2389,1	2389,1	2389,1
ЧДД	0	2077,5	1806,5	1570,9	1366	1187,8
НДД	0	2077,5	3884	5454,9	6820,9	8008,7
ЧДС	-5541,6	-3464,1	-1657,6	-86,7	1279,3	2467,1

Изменение чистой дисконтированной стоимости по годам расчетного периода представлено на рисунке 5.3.

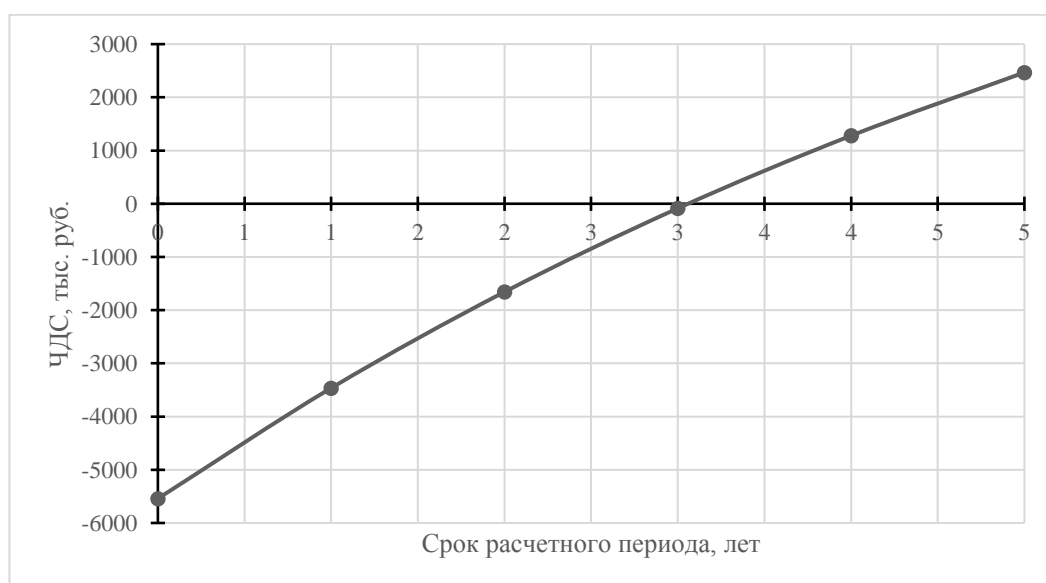


Рис. 5.3. Изменение ЧДС во времени

По графику, представленному на рис. 5.3, видно, что проект окупится в начале четвертого года.

Индекс доходности инвестиций:

$$ИД = \frac{НДД_5}{И} = \frac{8008,7}{5541,6} = 1,4$$

Индекс доходности больше 1, следовательно, проект является эффективным.

Также определить дисконтированный срок окупаемости можно с помощью формулы:

$$T_{ок.д} = \frac{-\ln(1 - E \cdot И / ЧД)}{\ln(1 + E)} = \frac{-\ln(1 - 0,15 \cdot 5541,6 / 2389,1)}{\ln(1 + 0,15)} = 3,1 \text{ года}$$

Внутренняя ставка дисконта:

$$ВСД = 0,23 = 23\%$$

5.4. СРАВНЕНИЕ ВСЕХ ВАРИАНТОВ

Для сравнения всех вариантов их показатели экономической эффективности на конец расчетного периода сведены в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Показатели эффективности инвестиционных проектов

Показатель	Вариант №1	Вариант №2	Вариант №3
1	2	3	4
Объем вложенных инвестиций, тыс. руб.	2026,5	2124,8	5541,6
Чистая прибыль, тыс. руб.	1849,3	2302,7	2302,7
Чистый доход, тыс. руб./год	1852,1	2341,1	2389,1

Продолжение табл. 5.5

1	2	3	4
Срок окупаемости, лет	1,1	0,9	2,3
Накопленный дисконтированный доход, тыс. руб.	6208,5	7847,6	8008,7
Чистая дисконтированная стоимость, тыс. руб.	4182	5722,8	2467,1
Индекс доходности инвестиций	3,1	3,7	1,4
Внутренняя ставка дисконта, %	50%	70%	23%
Дисконтированный срок окупаемости, лет	1,3	1,1	3,1

Разницу в эффективности проектов также можно оценить с помощью графика изменения их чистых дисконтированных стоимостей, представленного на рисунке 5.4.

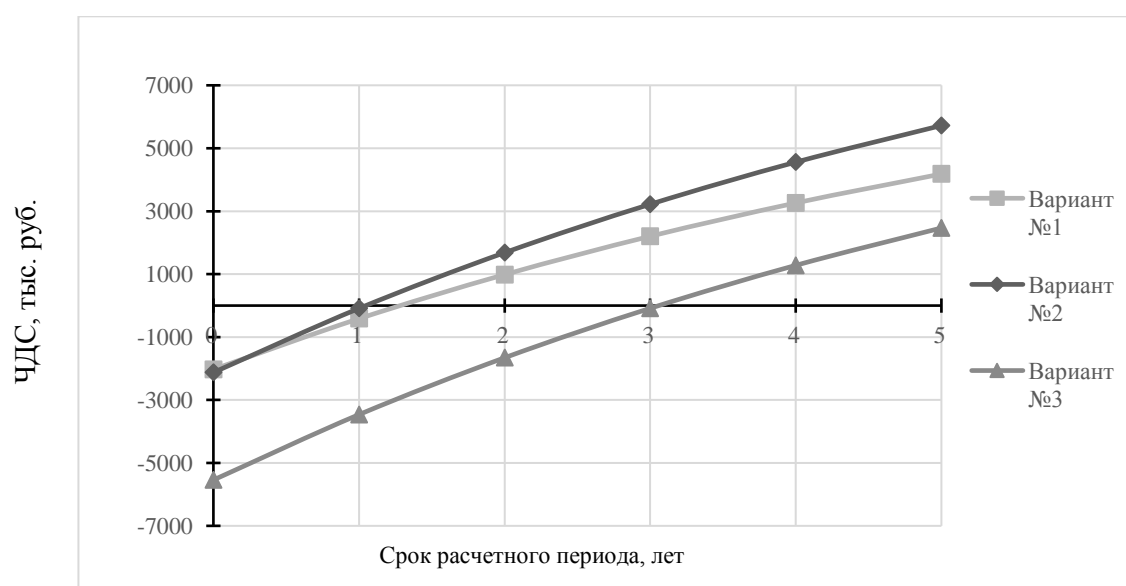


Рис. 5.4. Изменение ЧДС во времени для трех вариантов

Выводы, сделанные на основе полученных данных, представлены в заключении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование мазутного хозяйства в качестве резервного топлива на сегодняшний день является устаревший и неэффективным решением. В данной работе представлены три возможных варианта осуществления замены мазута на дизельное топливо. В основу решения об отказе от использования мазута лег тот факт, что данный вид топлива требует больших затрат на его содержание, при этом сам по себе используется редко и в небольших количествах. Предложенные варианты отличались главным образом по масштабам осуществляемых изменений:

- вариант №1 предполагает максимально возможное сохранение прежнего состава оборудования с минимальными изменениями;
- вариант №2 основан на полной замене оборудования, но рассчитан на меньшие объемы топливного хозяйства;
- вариант №3 является наиболее масштабным и подразумевает полную замену мазутного хозяйства на дизельное с сохранением прежних объемов;

Был осуществлен расчет и подбор необходимого оборудования для всех вариантов. Оборудование выбиралось из того, что на момент выполнения работы наиболее распространено на рынке. Выбор осуществлялся на основе уже реализованных проектов с резервным дизельным хозяйством. Такое решение наиболее распространено в автоматизированных модульных котельных. Во втором и третьем варианте применение автоматики позволило сократить численность персонала котельной на одного человека.

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

После выбора состава оборудования был осуществлен анализ экономической эффективности предложенных вариантов. Результаты анализа представлены в табл. 5.5. На основе полученных данных можно сделать следующие выводы:

1) вариант № 2 оказался наиболее эффективным, его чистая дисконтированная стоимость на конец 5 года составила 5,7 миллионов рублей (именно столько принес бы данный инвестиционный проект инвестору), а индекс доходности равен 3,7. Он же и окупится быстрее всех – за 1,1 года. Однако, стоит отметить, что данный вариант требует проведения большой юридической работы и велика вероятность, что тот или иной орган не дадут разрешения на его реализацию;

2) вариант № 1 самый простой в плане реализации, не требующий проведения почти никаких работ, оказался вторым по эффективности. Он за 5 лет позволит сэкономить почти 4,2 миллиона рублей, индекс доходности равен 3,1, а дисконтированный срок окупаемости 1,3 года;

3) вариант №3 самый неэффективный на рассматриваемом промежутке времени. Этот вариант требует наибольших затрат и окупается дольше остальных – 3,1 года. Однако, чистый доход в данном варианте оказался самым большим (2,4 миллиона рублей в год). Это означает, что в очень далекой перспективе это решение могло бы сэкономить больше денег. Хотя различие в этом показателе с вариантом №2 невелико (ЧД варианта №2 составляет 2,3 миллиона рублей в год). А вот индекс доходности инвестиций варианта №3 существенно ниже – 1,4.

Чтобы убедиться в преимуществе варианта №2, достаточно посмотреть на рис. 5.4. Линия ЧДС данного варианта проходит выше остальных и пересекает ось абсцисс раньше. Это говорит о том, что за рассматриваемый расчетный период этот проект принесет больше средств и окупится первым.

					<i>ВКР.13.03.01.150276 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		59

Стоит отметить, что вариант №1 предполагает эксплуатацию старого оборудования. Это означает, что срок службы такого решения заметно меньше, а потребности в ремонте будут возникать чаще.

Таким образом, все представленные в работе варианты по замене резервного источника котельной являются осуществимы и целесообразными. У каждого из них имеются свои преимущества и недостатки. Выбор конкретного решения зависит от целей и задач инвестора (в данном случае – компании ГУП «ТЭК СПб»). Возможно, комбинируя варианты, представленные в данной работе, можно составить еще более выгодный проект.

					<i>ВКР.13.03.01.150276 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		60

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Официальный сайт ГУП «ТЭК СПб» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.gptek.spb.ru>
- 2) Котлы ДКВр. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://dkwr.ru>
- 3) Горелка газомазутная ГМГ-5,0 лев. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.bikz.ru/production/oborudovanie/other4/other14/gmg-5_0_lev/
- 4) ГОСТ 10585-75 Топливо нефтяное. Мазут. Технические условия (с Изменениями N 1-5)
- 5) Заединов А.В. Целесообразность отказа от использования мазута в качестве резервного топлива // Colloquium-journal №9 (33), 2019. – С. 62-64.
- 6) СНиП 23-01-99* Строительная климатология (с Изменением N 1)
- 7) Погода и климат: Санкт-Петербург [Электронный ресурс] / режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/summary.php?m=11&y=2018&id=26063>
- 8) Интерполяция и Экстраполяция онлайн [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.bl2.ru/matematic/interpolation.html>
- 9) ГОСТ 305-82 Топливо дизельное. Технические условия (с Изменениями N 1-8)
- 10) Сравнительная таблица теплотворных способностей некоторых видов топлива [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://ecoless-nn.ru/tablitza-teplotvornosti/>
- 11) СП 89.13330.2016 Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76
- 12) *Галдин Н.С.* Гидравлический расчет простого трубопровода. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		61

«Основы гидромеханики» / Галдин Н.С., Семенова И.А. – Омск: СибАДИ, 2012, 21 с.

13) Насос для перекачки топлива от компании ESPA [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://espa.ru/catalog/nasosy-dlya-topлива-masla/>

14) Danfoss официальный электронный магазин [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://danfoss.pro>

15) Емкости из пластика [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://shop.rotoplast.ru>

16) Насосное оборудование Pedrollo [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.pedrollo.ru>

17) ТЕКОФИ, производитель промышленной запорной арматуры [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.tecofi.fr/ru/>

18) VALTEC Инженерная сантехника [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://valtec.ru>

19) Научно-производственное предприятие «СЕНСОР» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.nppsensur.ru>

20) Интернет-магазин Спецарматура Ростов-на-Дону официальный сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.specarmatura.ru>

21) Оборудование для АЗС АГЗС и нефтебаз [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.azsk74.ru>

22) Веста Челябинск – официальный сайт компании Веста [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://vestachel.ru>

23) ЕВРОСТАЛЬ – официальный сайт [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.eurosteel-spb.ru>

24) *Теслюк Л. М.* Оценка эффективности инвестиционного проекта [Электронный ресурс] : учебное электронное текстовое издание / Л. М. Теслюк, А. В. Румянцева ; под редакцией М. В. Березюк ; Уральский

					ВКР.13.03.01.150276 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		62

федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Институт «Высшая школа экономики и менеджмента», Департамент НОЦ «ИНЖЭК», Кафедра экономики природопользования. — Екатеринбург, 2014. — 140 с. — Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/27977>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Ориентировочные на энергетические ресурсы

Ресурс	Условное обозначение	Цена
Газ	P_G , руб. за 1 м ³	4,562
Дизельное топливо (автомобильная доставка)	$P_{ДТ}$, руб. за 1 т (за 1 м ³)	37840 (44000)
Мазут (автомобильная доставка)	P_M , руб. за 1 т (за 1 м ³)	23000 (25800)
Холодная вода	$P_{ХВ}$, руб. за 1 т	20
Электроэнергия	$P_{ЭЭ}$, руб. за 1 кВт	3

Приложение 2

Значения коэффициентов часто встречающихся местных сопротивлений

Тип местного сопротивления	Коэффициент местного сопротивления ζ
Вход в трубу	0,2
Поворот трубы на 90° (колени)	0,15
Задвижка при полном открытии	0,15
Различные краны при полном открытии	5,0
Фильтр	2..3



Факультет Электромеханический

Кафедра Теплотехники и теплоэнергетики

ОТЗЫВ О ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

дипломника

Заединова Андрея Валерьевича

(фамилия, и.о., шифр)

Тема «Реконструкция отопительной котельной с заменой резервного топлива на альтернативное»

В заключении следует указать: задачи, поставленные перед дипломником, как он справился с их решением, в какой мере проявлены самостоятельность и инициатива в работе; какова теоретическая подготовка и инженерные навыки дипломника; умение пользоваться патентной, научной, нормативной литературой и другими источниками информации, программными продуктами различного назначения; характеристика дипломника: степень общей и специальной подготовки, способность к творчеству, умение использовать полученные при обучении технологическое, социально-экономическое знания; грамотность изложения пояснительной записки и качество графической части проекта; результаты проектирования, их теоретическую ценность; основные недостатки дипломного проекта. Оценка в отзыве (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно) должна вытекать из приведенных выше положений.

В выпускной квалификационной работе выполнены исследования и соответствующие расчеты, связанные с реконструкцией котельных использующих в настоящее время в качестве резервного топлива мазут и мазутное хозяйство. Реконструкция заключается в замене резервного топлива на альтернативное в котельных ГУП "ТЭК СПб" с обоснованием его актуальности. Предлагается заменить мазут на дизтопливо.

Для выполнения исследовательских работ обследовано мазутные хозяйства на десяти котельных ГУП «ТЭК СПб». В работе представлены три варианта осуществления замены резервного топлива на альтернативное. Предложенные варианты отличаются по масштабам и сложности проводимых работ и объему необходимых инвестиций. Все три варианта окупаются за расчетный период. Два из них имеют срок окупаемости менее двух лет. Это говорит об эффективности и целесообразности проведения такой реконструкции.

На основе выполненных расчетов замена мазута на дизтопливо является технически оправданной, экономически эффективной, актуальной и практически реализуемой – а значит цель исследования достигнута.

Представленный материал свидетельствует о том, что на всем этапе работы над выпускной квалификационной работой Заединов А.В. активно работал на источниках теплоты ГУП «ТЭК СПб», собирая необходимый материал по теме исследования, анализировал его. По результатам обследования мазутных хозяйств котельных опубликовано две научные статьи в рецензируемых журналах.

Работа содержит пояснительную записку объемом 63 стр., вкл. 11 табл., 7 рис., 2 прил., библиографический список из 24 наименований и 7 чертежей формата А3.

Заединов А.В. умело и грамотно применял нормативно-техническую документацию, специальную литературу, показал хорошую общую и специальную подготовку, умение использовать полученные при обучении знания.

Результаты работы над выпускной квалификационной работой характеризуют его как сложившегося специалиста, обладающего достаточной теоретической подготовкой, имеющего необходимые знания и практические навыки в области теплоэнергетики.

Считаю, что выпускная квалификационная работа заслуживает оценки «отлично», а Заединов Андрей Валерьевич заслуживает присвоение квалификации «бакалавр» по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» по профилю подготовки «Энергообеспечение предприятий».

Руководитель Пискунов В.М., доцент кафедры Теплотехники и теплоэнергетики Горного университета

(Фамилия, И., О., должность, место работы)

Подпись



оборудования, разработаны чертежи и принципиальные схемы к предложенным вариантам реконструкции.

В результате работы сделаны обоснованные выводы о возможностях и перспективах эксплуатации дизельного хозяйства на рассматриваемой котельной.

В технико-экономической части рассчитаны экономические аспекты с учетом актуальных расценок, просчитан срок окупаемости проектов реконструкции, а также возможный доход в зависимости от срока эксплуатации. Произведен сравнительный экономический анализ трех рассматриваемых вариантов реконструкции.

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе выполнена грамотно и последовательно. Студент четко излагает мысли, используя при этом действующую нормативно-техническую литературу, справочную и научную литературу.

Графическая часть выполнена качественно с использованием компьютерной графики и с учетом требований ЕСКД.

Все расчеты, приведенные в проекте, выполнены в соответствии с действующими методиками и нормативной документацией. Ошибок в расчетах не выявлено.

Выпускник показал хорошую теоретическую и инженерную подготовку, умение использовать вычислительную технику и прикладные программные продукты.

Все пункты задания раскрыты полностью.

Выводы:

Считаю, что выпускная квалификационная работа заслуживает оценки «отлично», а Заединов Андрей Валерьевич заслуживает присвоение квалификации «бакалавр» по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» по профилю подготовки «Энергообеспечение предприятий».

Рецензент: Минкин Евгений Александрович, Ведущий инженер отдела эксплуатации Филиала Энергетических Источников ГУП «ТЭК СПб»

Подпись _____

