

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа энергетики

Отделение/НОЦ Научно-образовательный центр И.Н.Бутакова

Направление подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль Теоретическая и промышленная теплотехника

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ТОПЛИВ

УДК 622.692.23

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5БМ83	Смоленцев Павел Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	Половников В.Ю.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Романова С.В.	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель Отделения/ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	Максимов В.И.	к.т.н.		

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы магистра по направлению в соответствии целями основной образовательной программы, видами и задачами профессиональной деятельности, указанными в ФГОС ВО 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
<i>расчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:</i>	
Р1	применять передовые знания и достижения для формулирования заданий на разработку проектных решений, проектировать инновационные теплоэнергетические и теплотехнические системы и оборудование, разрабатывать проектные решения, связанные с модернизацией технологического оборудования
<i>производственно-технологическая деятельность:</i>	
Р2	интегрировать знания различных областей для разработки мероприятий по совершенствованию технологии производства, обеспечению экономичности, надежности и безопасности эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования
Р3	применять современные методы и средства практической инженерной деятельности в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях, автоматизированных систем управления технологическими процессами
<i>научно-исследовательская деятельность:</i>	
Р4	применять глубокие знания для планирования и постановки задачи инновационного инженерного исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки, применять инновационные методы исследования, проводить исследования, критически интерпретировать, публично представлять и обсуждать результаты научных исследований
<i>организационно-управленческая деятельность:</i>	
Р5	руководить коллективом специалистов различных направлений и квалификаций, действовать в нестандартных ситуациях, принимать организационно-управленческие решения и нести за них ответственность при организации работ, в том числе по осуществлению надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию установок, систем и оборудования
Р6	применять знания нетехнических ограничений инженерной деятельности, разрабатывать мероприятия по безопасности жизнедеятельности персонала и населения, предотвращать экологические нарушения
<i>педагогическая деятельность:</i>	
Р7	осуществлять педагогическую деятельность в области профессиональной подготовки
Универсальные компетенции	
Р8	мыслить абстрактно, обобщать, анализировать, систематизировать и прогнозировать, принимать решения в сложных инженерных задачах с технической неопределенностью и недостатком информации
Р9	использовать творческий потенциал, саморазвиваться, самореализовываться
Р10	использовать иностранный язык для эффективного взаимодействия в профессиональной сфере

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа энергетики
 Отделение/НОЦ Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова
 Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
 Профиль Теоретическая и промышленная теплотехника

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 В.И. Максимов

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5БМ83	Смоленцеву Павлу Олеговичу

Тема работы:

Моделирование тепловых режимов резервуаров для хранения топлив
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является – наземный стальной вертикальный цилиндрический резервуар для хранения топлив ТЭС и котельных марки РВС 100, изолированный минеральной ватой.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Введение 2. Обзор литературы 3. Постановка задачи 4. Математическое моделирование 5. Анализ полученных результатов Заключение</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Слайды презентации</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент</p>	<p>В.А. Маланина, доцент Отделения социально-гуманитарных наук</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>С.В. Романова, старший преподаватель Отделения общетехнических дисциплин</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>23 декабря 2019 года</p>
--	-----------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ</p>	<p>Половников В.Ю.</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>5БМ83</p>	<p>Смоленцев Павел Олегович</p>		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5БМ83	Смоленцеву Павлу Олеговичу

Учебное подразделение	ИШЭ	Образовательный центр	НОЦ И.Н. Бутакова
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Должностной оклад инженера – 17000 руб., научного руководителя (НР) – 36000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	ГОСТ 14.322-83 Нормирование расхода материала. Основные положения; ГОСТ 51541-99 Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные фонды 30,2 % от фонда оплаты труда (ФОТ)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	1. Планирование работ и оценка их выполнения
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	2. Смета затрат на проект
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	3. Оценка экономической эффективности проекта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.03.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина В.А.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5БМ83	Смоленцев Павел Олегович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5БМ83	Смоленцеву Павлу Олеговичу

Школа	ИШЭ	Отделение (НОЦ)	НОЦ И.Н.Бутакова
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Тема ВКР:

Моделирование тепловых режимов резервуаров для хранения топлив	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования – Вертикальный стальной резервуар РВС-100. Область применения – предприятия, занимающиеся производством тепловой и электрической энергий. Рабочая зона – кабинет с рабочими местами: стол, стул, компьютер, сетевое оборудование для подключения к интернету.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> ○ специальные правовые нормы трудового законодательства; ○ организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ГОСТ 12.2.032-78. ○ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12. ○ СанПиН 2.2.4.3359-16. ○ Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).
2. Производственная безопасность: <ul style="list-style-type: none"> ○ анализ выявленных вредных и опасных факторов; ○ обоснование мероприятий по снижению воздействия. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Отклонение показателей микроклимата; ○ Превышение уровня шума; ○ Недостаток естественного света; ○ Повышенный уровень электромагнитных полей ○ Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека (электробезопасность)
3. Экологическая безопасность <ul style="list-style-type: none"> ○ анализ воздействия объекта на атмосферу; ○ анализ воздействия объекта на гидросферу; ○ анализ воздействия объекта на литосферу; 	Факторы влияющие на экологию связаны с эксплуатацией компьютера, на котором разрабатывается программное обеспечение.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> ○ перечень возможных ЧС на объекте; ○ выбор наиболее типичной ЧС; ○ разработка превентивных мер по предупреждению ЧС и мер по ликвидации её последствий 	Вероятные ЧС – пожар. Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	23.03.20
--	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Романова Светлана Владимировна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5БМ83	Смоленцев Павел Олегович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 106 с., 34 рис., 18 табл., 42 источника, 1 прил.

Ключевые слова: Резервуары для хранения топлив, взаимодействие с окружающей средой, потери тепла, математическое моделирование.

Целью данной работы является анализ тепловых потерь, вызванных влиянием окружающей среды на резервуар в котором происходит подогрев мазута с использованием змеевиковых подогревателей.

Объектом исследования является широко распространенный вертикальный цилиндрический стальной резервуар марки РВС-100.

В результате моделирования проведен анализ потерь тепла для резервуара, взаимодействующего с окружающей средой при разных температурах окружающего воздуха и изменяющимся коэффициентом теплообмена.

Моделирование работы резервуара с подогревателем при условии, что конвективного движения мазута нет, а теплопередача осуществляется только за счет теплопроводности, показало, что в таких условиях коэффициент теплообмена почти не влияет на общие тепловые потери в отличии от температуры окружающей среды.

Определения, обозначения, сокращения:

T – температура, К;

λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

c – теплоемкость, Дж/(кг·К);

ρ – плотность, кг/м³;

α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м²·К);

Оглавление

Введение.....		11
1	Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
1.1	Различные типы мазутных хозяйств.....	13
1.2	Типы резервуаров их описание и особенности	18
1.3	Способы подогрева мазута, алгоритм и нормативная методика теплового расчета	24
1.4	Хранение топлив ТЭС и котельных, их энергосбережение	27
1.5	Методы уменьшения тепловых потерь в мазутном хозяйстве	29
1.6	Вязкость мазута.....	31
1.7	Анализ результатов предыдущих диссертационных работ по численному моделированию процессов подогрева мазута.....	32
1.8	Выводы.....	37
2	ГЛАВА 2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗАДАЧИ ПЕРЕНОСА ТЕПЛОТЫ ОТ РЕЗЕРВУАРА В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	38
2.1	Физическая постановка задачи.....	38
2.2	Математическая модель.....	40
2.3	Метод решения.....	41
3	ГЛАВА 3. ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ТОПЛИВ ТЭС И КОТЕЛЬНЫХ...	44
3.1	Исходные данные.....	44
3.2	Результаты моделирования.....	45
3.3	Анализ результатов моделирования.....	55
4	ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	56
	Введение.....	56
4.1	Планирование работ и оценка времени их выполнения...	57
4.2	Смета затрат на проектирование.....	59
4.2.1	Материальные затраты.....	60
4.2.2	Амортизация компьютерной техники.....	60
4.2.3	Затраты на заработную плату.....	61
4.2.4	Отчисления на социальные нужды.....	62
4.2.5	Прочие затраты.....	62
4.2.6	Накладные расходы.....	62
4.3	Определение ресурсной эффективности исследования....	63
4.4	SWOT – анализ	65

4.5	Выводы по разделу.....	66
5	Глава 5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	67
	Введение.....	67
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	67
5.1.1	Правовые нормы трудового законодательства.....	67
5.1.2	Требования к организации и оборудованию рабочих мест.....	68
5.2	Производственная безопасность.....	70
5.2.1	Отклонение показателей микроклимата в помещении.....	72
5.2.2	Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	74
5.2.3	Недостаток естественного света.....	75
5.2.4	Повышенный уровень электромагнитных полей.....	77
5.2.5	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека (Электробезопасность)	77
5.3	Экологическая безопасность.....	79
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	80
5.5	Выводы по разделу.....	82
Заключение		83
Список литературы		84
Приложение 1		88

Введение

Больше чем 30% нефти при ее переработке превращается в топочный мазут, который впоследствии используется потребителями на электрических станциях и котельных.

В настоящий момент газ и уголь – это самые распространенные виды топлива, но всё же угольные электрические станции используют мазут как растопочное топливо, а электростанции, работающие на газе, применяют мазут в качестве резервного топлива. Анализируя топливно-энергетическую ситуацию на данный момент можно сделать выводы что, газ и нефть будут актуальны еще несколько десятков лет, и даже после 2030 года будет производиться 70% электроэнергии именно с этих ресурсов. В настоящий момент, когда цены на газ и нефть достаточно высоки, имеет место вопрос об улучшении схем мазутных хозяйств.

Несмотря на то, что такие источники тепла как газ и мазут истощаются, по крайней мере несколько десятков лет их использование еще будет актуально.

Главная проблема при использовании мазутных хозяйств – это большие затраты энергии на подогрев мазута при его подготовке.

Цель данной работы – моделирование и оценка тепловых потерь резервуаров для хранения топлив ТЭС и котельных с учетом разной температуры окружающей среды и меняющимся коэффициентом теплообмена.

Объект исследования – стальной цилиндрический вертикальный резервуар РВС – 100.

Предмет исследования – анализ тепловых потерь резервуаров для хранения топлив ТЭС и котельных.

Задача работы – прогноз механизмов теплового воздействия на резервуар для хранения мазута с учетом изменения температуры окружающей среды и коэффициента теплообмена; моделирование тепловых воз-

действий внутри резервуара; анализ результатов моделирования тепловых режимов.

Актуальность исследования тепловых воздействий внутри резервуара с использованием змеевикового подогревателя при изменении температуры окружающей среды и коэффициенте теплообмена определяется следующими показателями:

- потребность уменьшения тепловых потерь затрачиваемых на прогрев мазута перед его использованием;
- методы применяемые при расчетах тепловых потерь мазутных хозяйств не совсем в полной мере отражают детали происходящих тепловых процессов;
- необходимость более полной оценки энергетического потенциала мазутных хозяйств.

Практическая значимость:

Польза от данного исследования заключается в повышении объема данных касательно исследования моделирования резервуаров для хранения топлив ТЭС и котельных, учитывая температуру окружающей среды и меняющийся коэффициент теплообмена.

Результаты исследования развивают представления о разных условиях работы мазутных хранилищ и могут пригодиться при их конструировании, улучшении отдельных элементов конструкций, подборе материалов.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Различные типы мазутных хозяйств

Основное назначение мазутного хозяйства станции или котельной это обеспечение непрерывной подачи подготовленного к использованию мазута с соответствующими параметрами такими как давление или вязкость в необходимом количестве.

Мазутные хозяйства различаются по назначению, способу использования и способу подвода к котлам [3].



Рисунок 1.1.1 Классификация схем мазутных хозяйств по способу доставки



Рисунок 1.1.2 Классификация схем мазутных хозяйств по назначению



Рисунок 1.1.3 Классификация схем мазутных хозяйств по способу подвода топлива к котлам

Тупиковая схема представлена на рисунке 1.1.4. Используется эта схема только для маловязких мазутов на небольших котельных которые хранят мазут в качестве резервного топлива или для растопки. Подогрев топлива осуществляется в расходном баке до температуры порядка 85-90 °С. Данная схема подачи топлива ненадежна и используется редко, в ней возникают частые колебания давления в линии подачи мазута, появляется необходимость в устройстве для продувки паром в мазутопроводе. К преимуществам можно отнести простоту учета расхода мазута.

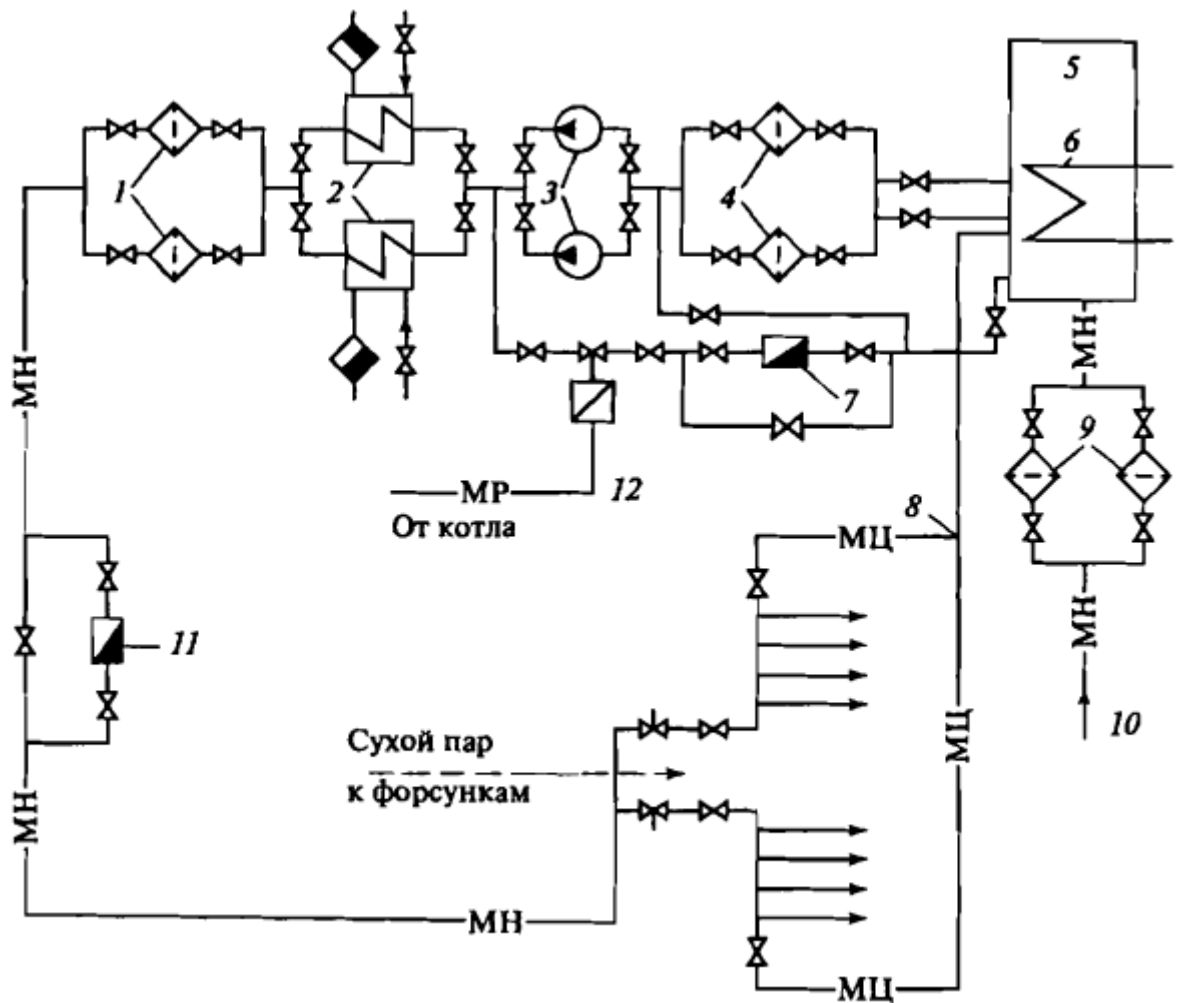


Рисунок 1.1.4 Тупиковая схема подачи мазута

1 — фильтры тонкой очистки; 2, 6 — подогреватели паровые; 3 — насосы; 4, 9 — фильтры грубой очистки; 5 — емкость расходная; 7, 11 — мазутомеры; 8 — участок циркуляционный; 10 — подача топлива из основной емкости; 12 — клапан; МН, МЦ, МР — мазутопроводы напорные, циркуляционные и рециркуляционные [3]

Циркуляционная схема применяется наиболее часто в практике, к тому же она является довольно простой в эксплуатации. Она применяется для котельных использующих мазут в качестве основного топлива или при сжигании мазута высоковязких марок. Доставка мазута осуществляется по железной дороге, перед сливом мазут подогревают паром со средним дав-

лением 1МПа и температурой 225 °С. Основной недостаток такой схемы – это неизбежный слив подготовленного мазута при остановке котлов. Преимущество данной схемы – возможность поддерживать мазут в подогретом состоянии. Типовая схема представлена на рисунке 1.1.5

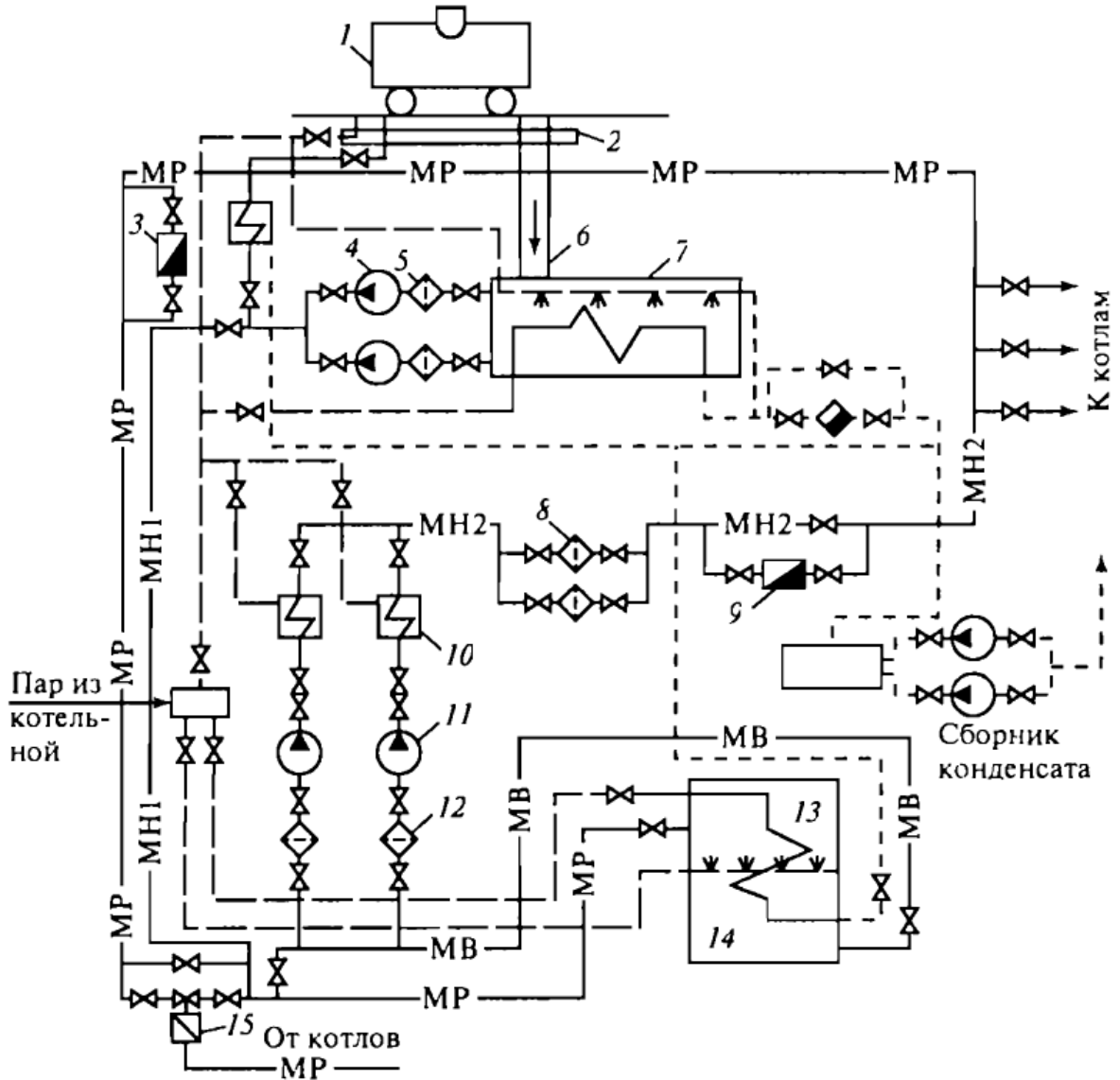


Рисунок 1.1.5 Циркуляционная схема подачи мазута

1 — цистерна; 2 — эстакада; 3, 9 — мазутомеры; 4 — насосы перекачивающие; 5, 12 — фильтры грубой очистки; 6 — желоб сливной; 7 — приемная емкость; 8 — фильтр тонкой очистки; 10, 13 — подогреватели мазута; 11 — насосы; 14 — емкость основная; 15 — сливной клапан; МВ — мазутопровод всасывающий [3]; остальные обозначения те же, что на рис. 1.1.4

Комбинированная схема, применяется в основном на станциях с частыми переходами с газа на мазут и при использовании высоковязких классов мазута. К преимуществам такой схемы можно отнести универсальность, наличие линии рециркуляции, предотвращение застывания топлива в трубопроводах.

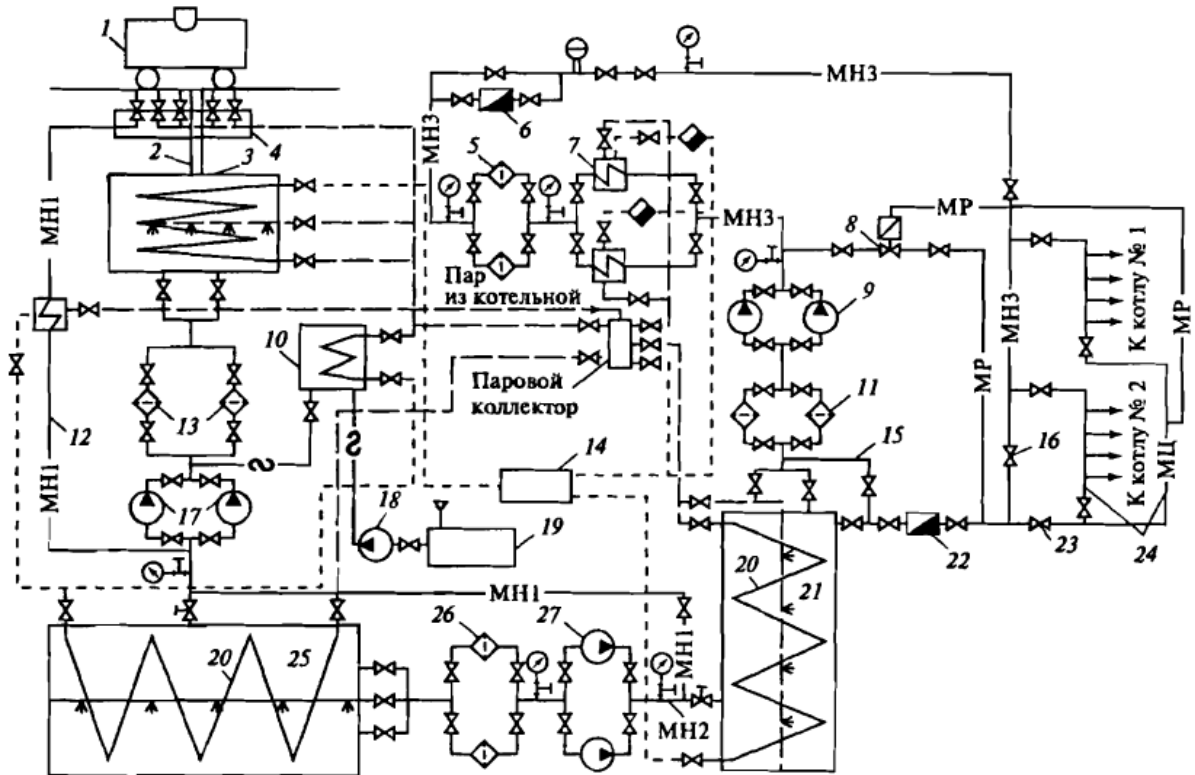


Рисунок 1.1.6 Комбинированная схема подачи мазута

1 — цистерна; 2 — желоб сливной; 3 — приемная емкость; 4 — эстакада; 5 — фильтр тонкой очистки; 6, 22 — мазутомеры; 7, 20 — паровые подогреватели; 8 — клапан сливной; 9, 27 — насосы; 10) — подогреватель жидких присадок паровой; 11, 13, 26 — фильтры грубой очистки; 12 — линия рециркуляции мазута на разогрев достаточной емкости; 14 — конденсатный бак; 15 — линия возврата мазута к насосам; 16 — клапан рециркуляции мазута помимо котлов; 17 — насосы перекачивающие; 18 — насос-дозатор; 19 — бак жидких присадок; 21 — расходная емкость; 23 — клапан рециркуляции мазута; 24 — участок циркуляционный; 25 — основная емкость [3]; остальные обозначения те же, что на рисунке 1.1.5

1.2 Типы резервуаров, их описание и особенности.

На ТЭС и в котельных мазут хранится в резервуарах, где его принимают, подогревают, подготавливают к выдаче. Существуют 3 основных вида резервуаров: подземные, стационарные и передвижные. Подземные подразделяются на шахтные, траншейные и бесшахтные. Стационарные делятся на металлические и железобетонные.

Подземные резервуары предназначены для длительного хранения мазута рассчитываемого на месяцы или даже годы. Бесшахтные подземные резервуары строятся на глубине порядка 10-ти метров на месте вечномёрзлых каменных пород или каменной соли.

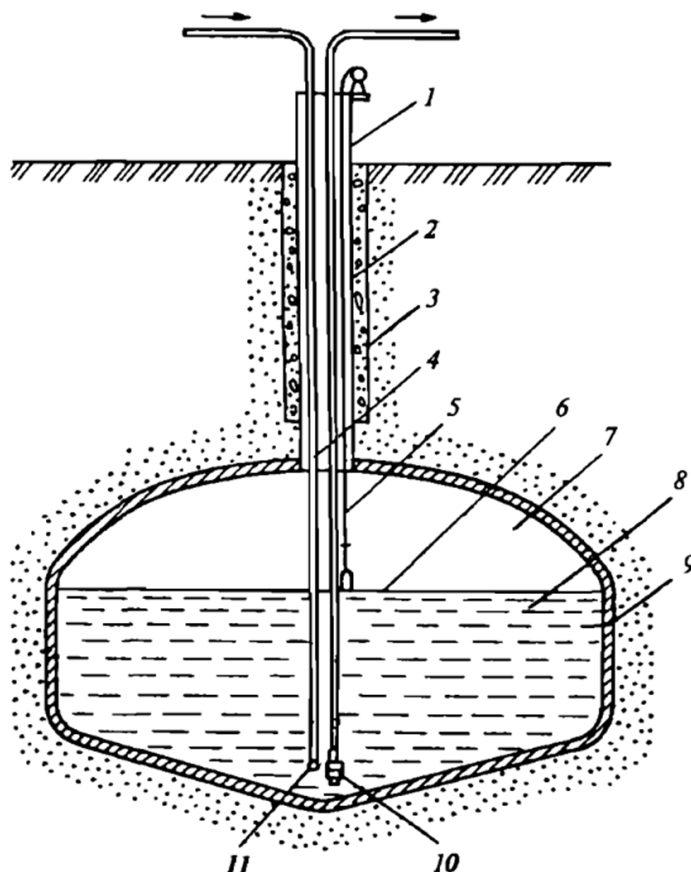


Рисунок 1.2.7 Принципиальная схема бесшахтного резервуара

1 — оголовок обсадной колонны; 2 — обсадная колонна; 3 — цементное кольцо; 4 — трубопровод для залива нефтепродукта; 5 — уровнемер; 6 —

уровень нефтепродукта; 7— надгазовое пространство; 8 — нефтепродукт;
 9— ледяная облицовка; 10— насос для отбора нефтепродукта;
 11 — струеотводное устройство [3]

Шахтные подземные резервуары выпускаются любой конструкции и устанавливаются на глубину от 10 до 40 метров.

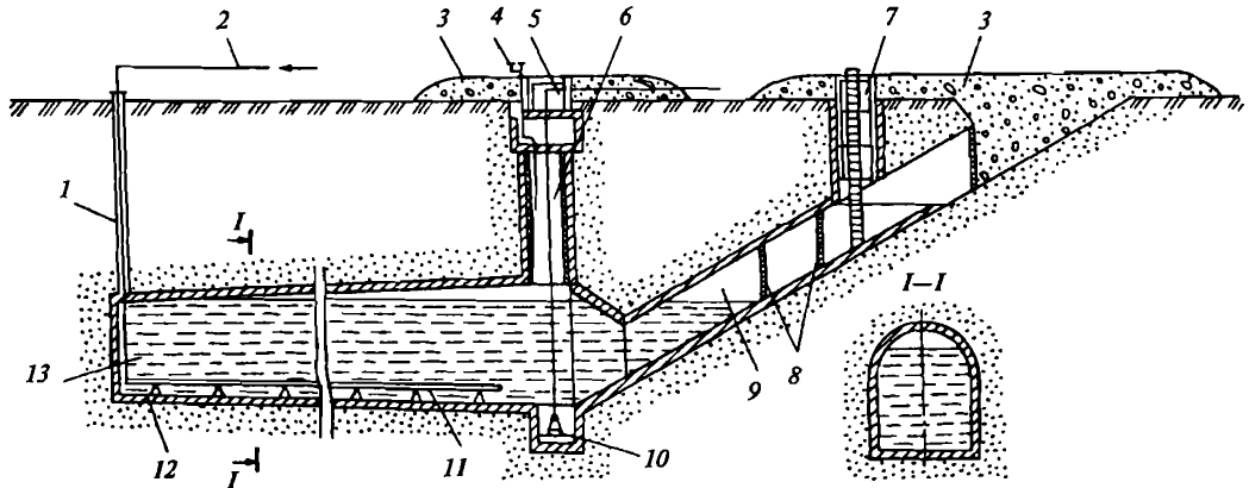


Рисунок 1.2.8 Принципиальная схема однокамерного шахтного резервуара

1 — технологическая скважина; 2 — трубопровод для заливки нефтепродукта; 3 — теплоизоляция оголовка; 4 — дыхательный клапан; 5— оголовок колодца; 6 — эксплуатационный колодец; 7— смотровой колодец; 8 — перемычки; 9 — наклонный ствол; 10 — насос в зумпфе; 11 — распределительное устройство для слива нефтепродукта; 12— ледяная облицовка; 13 — выработка-емкость с нефтепродуктом [3]

Шахтные резервуары траншейного типа достигают длины 200 метров и ширины 20-ти метров при глубине не более 15-ти метров.

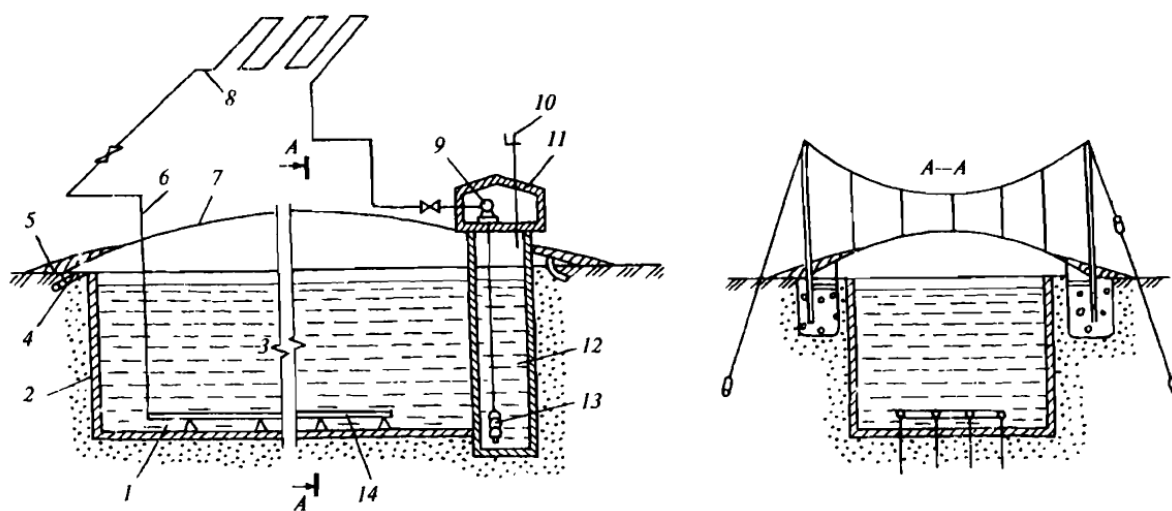


Рисунок 1.2.9 Подземный ледопородный резервуар траншейного типа

1 — вечномёрзлая порода; 2 — ледяная облицовка; 3 — резервуар с нефтепродуктом; 4 — узел сопряжения перекрытия резервуара с мерзлой породой; 5 — теплоизоляция; 6 — трубопровод для залива; 7 — перекрытие; 8 — воздушный теплообменник; 9 — электродвигатель; 10 — дыхательный клапан; 11 — насосное помещение; 12 — эксплуатационный колодец; 13 — насос; 14 — распределительное устройство для слива нефтепродукта [3]

Шахтные резервуары предусмотрены для хранения мазута длительное время и подогрев производится только при выдаче мазута соответственно на ТЭС такие резервуары не используют.

Металлические резервуары изготавливают цилиндрической формы и подразделяются они на горизонтальные и вертикальные.

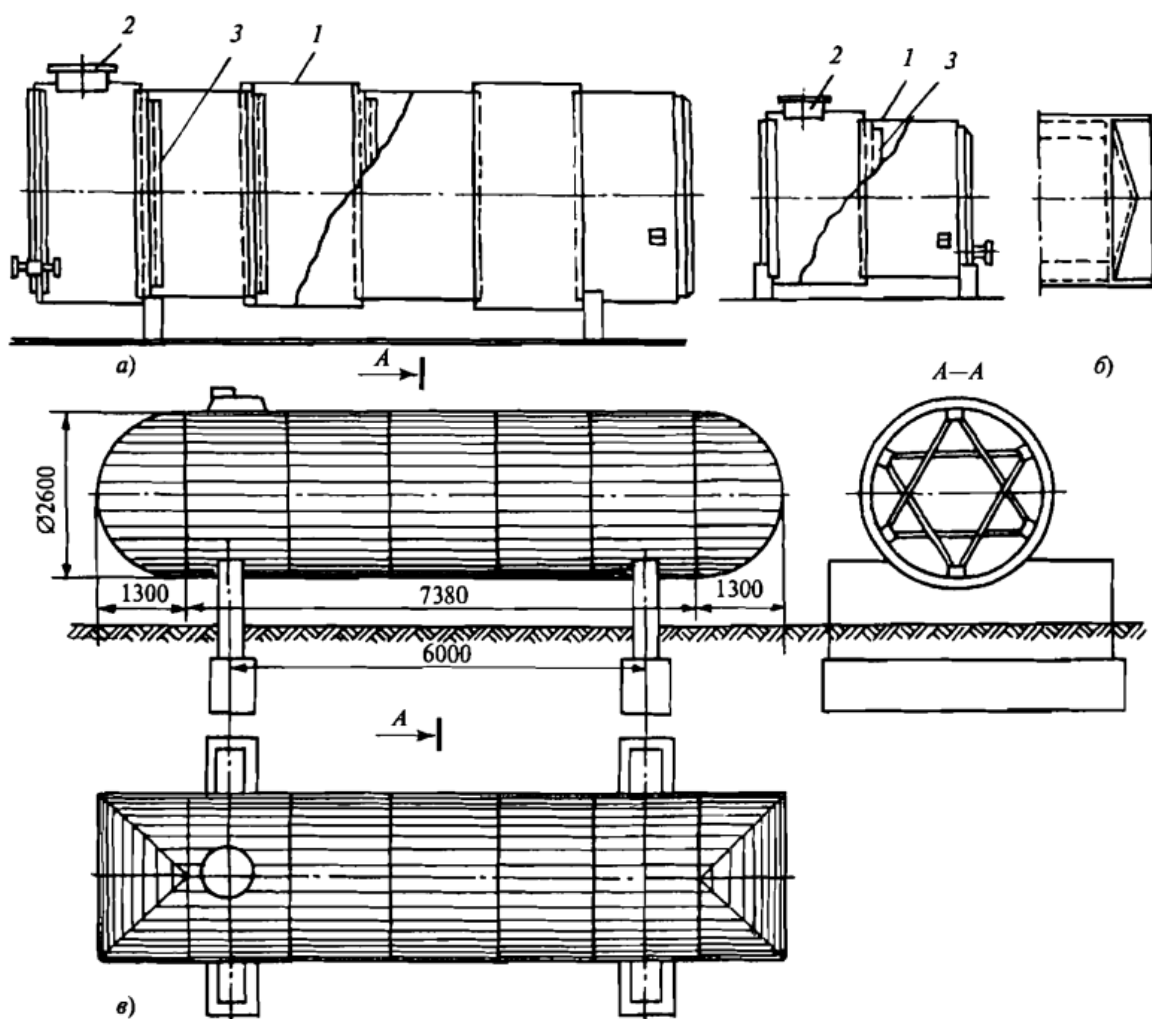


Рисунок 1.2.10 Горизонтальные стальные резервуары

а) с плоскими днищами; б) с коническими днищами; в) с цилиндрическими днищами.

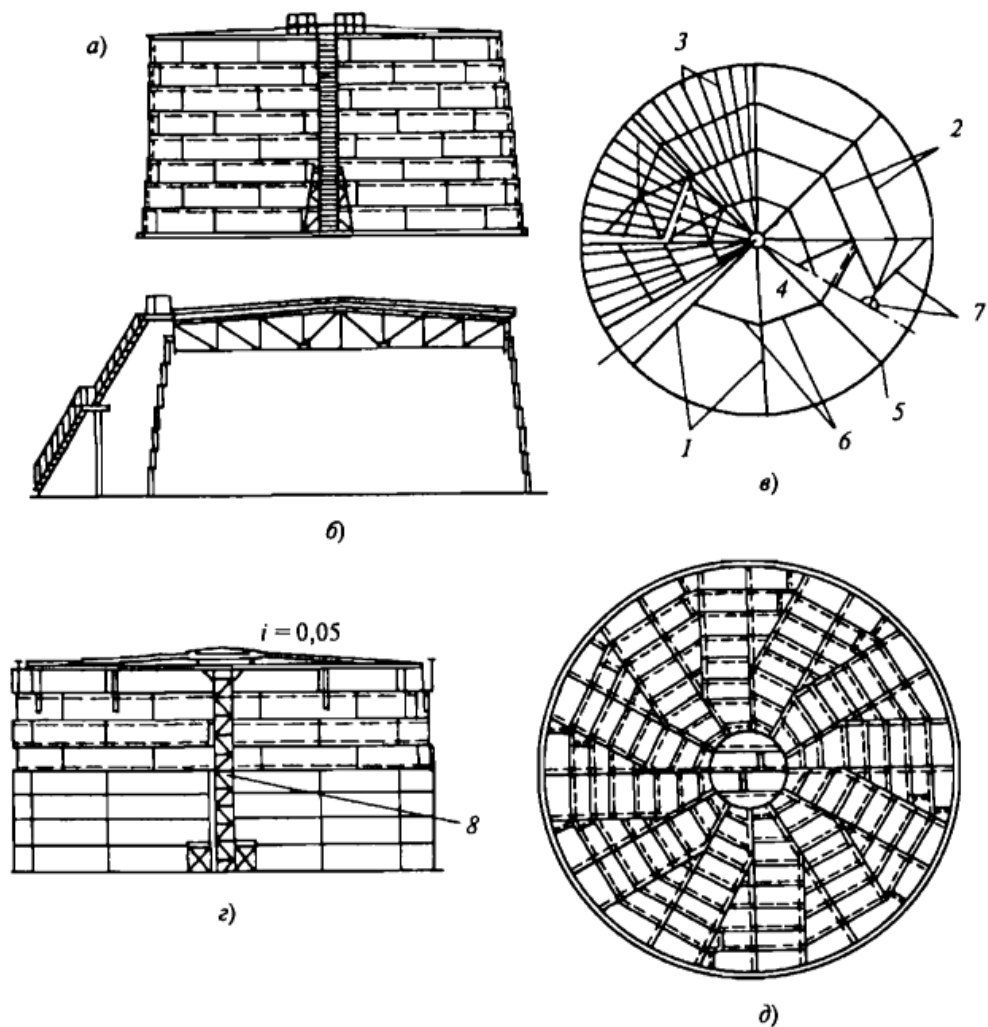


Рисунок 1.2.11 Стальные вертикальные цилиндрические резервуары

а — изготавливаемый листовым способом (вид спереди); б — то же (разрез); в — то же (план покрытия резервуара); г — с рулонированным дном и корпусом, щитовой кровлей и решетчатой стойкой (вертикальный разрез); д — то же (план щитов покрытия с прямым раскроем) [3].

Металлические резервуары в основном устанавливают на нефтеперерабатывающих заводах, объектах сельского хозяйства и в мазутных хозяйствах котельных.

Железобетонные резервуары преимущественно устанавливаются на тепловых станциях. Они долговечнее и более пожаробезопасны смотрите рисунок 1.2.12.

Конструкционная схема резиноканевого резервуара представлена на рисунке 1.2.13. Такой вид резервуаров обладает малой вместимостью (до 50-ти кубометров) и предназначается для транспортировки мазута.

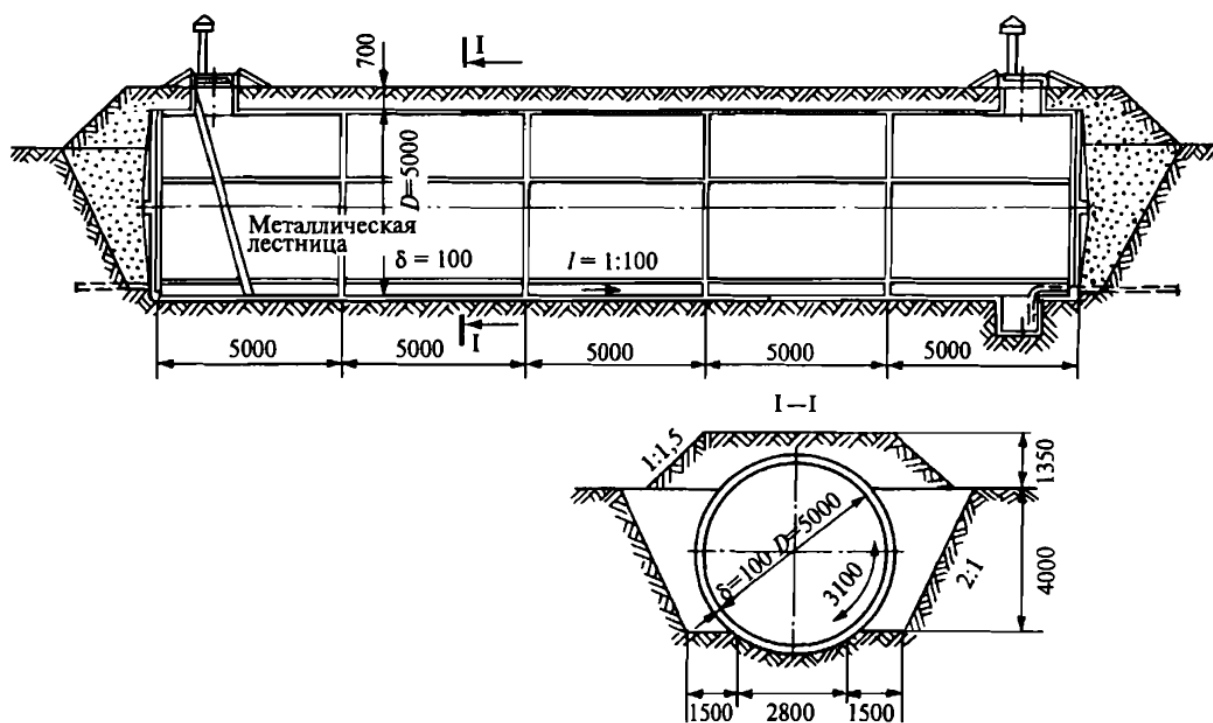


Рисунок 1.2.12 Сборный железобетонный горизонтальный заглубленный резервуар вместимостью 500 кубометров

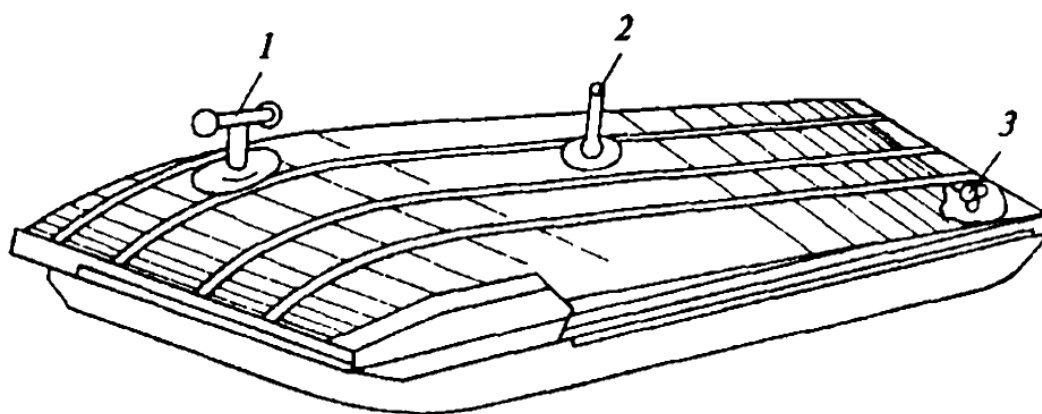


Рисунок 1.2.13 Резиноканевый резервуар

1 — соединительный патрубок; 2 — воздушная трубка; 3 — сливноналивная горловина.

1.3 Способы подогрева мазута, алгоритм и нормативная методика теплового расчета.

Подогрев мазута может осуществляться с помощью змеевиковых или статических подогревателей, циркуляционного подогрева (выносных отдельных подогревателей), вибрационных подогревателей, вращающихся шнековых подогревателей и электродвигателей. Для примера расположения местного змеевикового подогревателя приведена картинка:

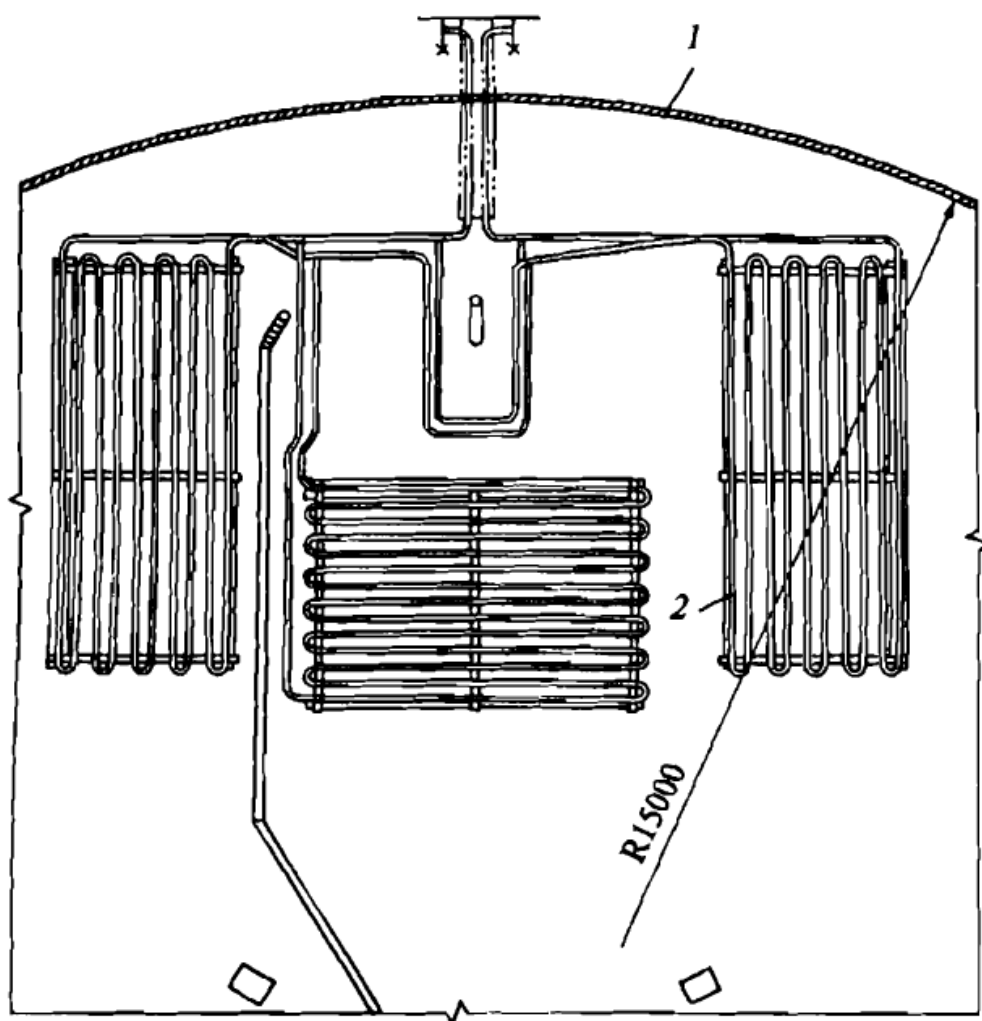


Рисунок 1.3.1 Расположение местного змеевикового подогревателя в железобетонном резервуаре

1 – резервуар; 2 – подогреватель.

Тепловой расчет производится с целью определения площади поверхности подогревателя или расхода теплоносителя. Тепловой расчет можно разделить на два этапа.

На первом этапе считается необходимое кол-во теплоты для покрытия потерь отходящих в окружающую среду.

На втором этапе осуществляется расчет способа подогрева с целью определения характеристик теплообменного оборудования осуществляющего этот подогрев

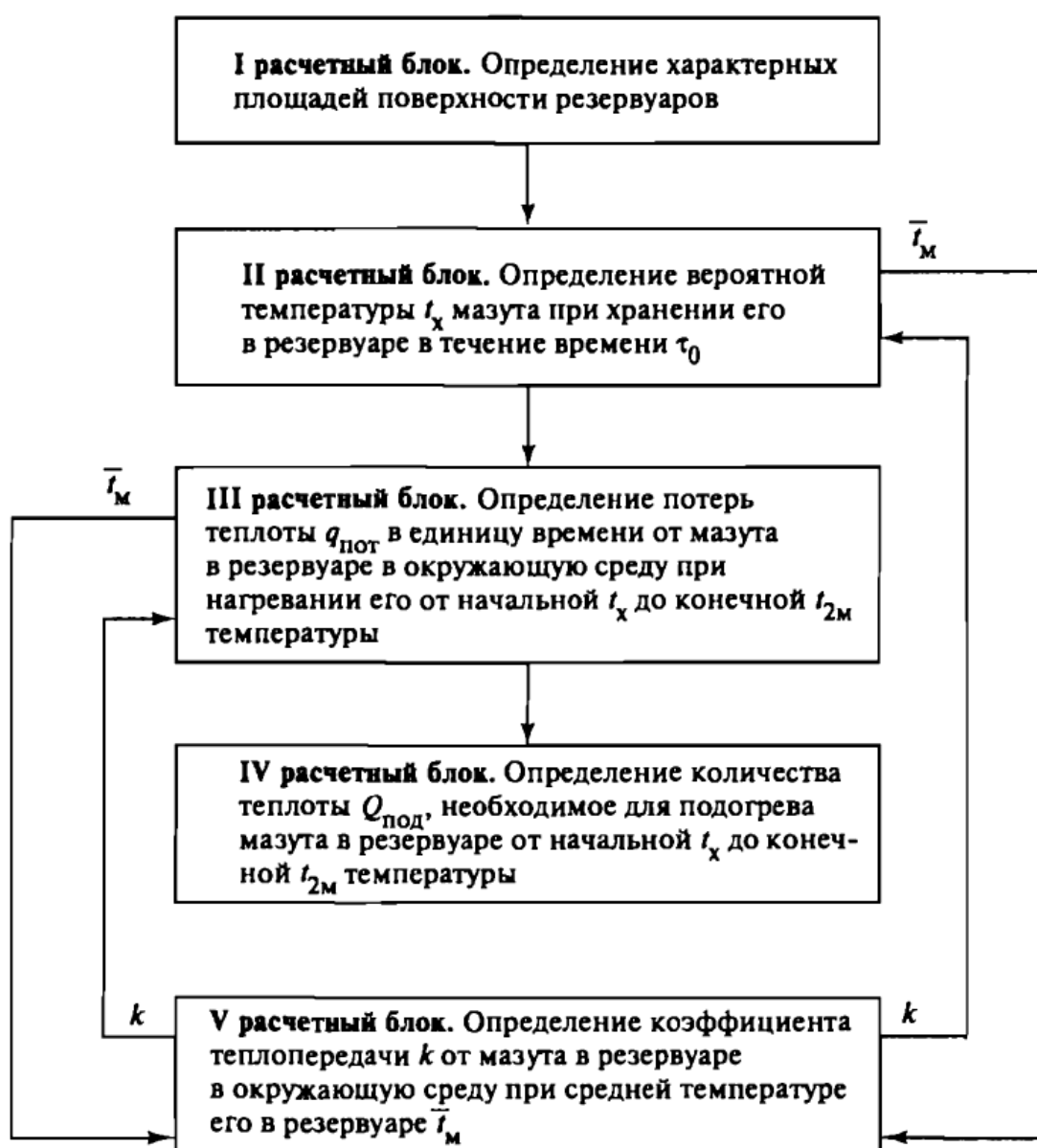


Рисунок 1.3.2 Схема первого этапа теплового расчета

Расчет тепловых потерь в соответствии с нормативной методикой заключается в следующем:

Вычисляем потери в окружающую среду через стенку резервуара, Вт:

$$q_{\text{ст}} = F_{\text{ст}} \cdot k_{\text{ст}} \cdot (t_{\text{м}} - t_{\text{ос}}). \quad (1.3.1)$$

Площадь боковой поверхности стенки резервуара, м²:

$$F_{\text{ст}} = \pi \cdot d \cdot h. \quad (1.3.2)$$

Коэффициент теплопередачи через стенку в воздух, Вт/(м²·К):

$$k_{\text{ст}} = \frac{1}{\frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{из1}}}{\lambda_{\text{из}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{ст}}}}. \quad (1.3.3)$$

Коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху, Вт/(м²·К):

$$\alpha_{\text{ст}} = 0,023 \cdot \frac{\lambda_{\text{в}}}{d} \cdot \text{Re}_{\text{в}}^{0,8}. \quad (1.3.4)$$

Число Рейнольдса воздуха при обдувании резервуара ветром:

$$\text{Re}_{\text{в}} = \frac{w \cdot d}{\nu_{\text{в}}}. \quad (1.3.5)$$

Вычисляем потери в окружающую среду через крышу резервуара, Вт:

$$q_{\text{кр}} = F_{\text{кр}} \cdot k_{\text{кр}} \cdot (t_{\text{м}} - t_{\text{ос}}). \quad (1.3.6)$$

Площадь боковой поверхности крыши резервуара, м²:

$$F_{\text{кр}} = \pi \cdot \frac{d}{2} \cdot l. \quad (1.3.7)$$

Коэффициент теплопередачи через крышу в воздух, Вт/(м²·К):

$$k_{\text{кр}} = \frac{1}{\frac{\delta_{\text{кр}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{\delta_{\text{из2}}}{\lambda_{\text{из}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{кр}}}}. \quad (1.3.8)$$

Коэффициент теплоотдачи от крыши к воздуху, Вт/(м²·К):

$$\alpha_{кр} = 0,036 \cdot \frac{\lambda_B}{d} \cdot \text{Re}_B^{0,8} \cdot \text{Pr}^{0,4}. \quad (1.3.9)$$

Вычисляем потери в грунт через днище резервуара, Вт:

$$q_{г1} = F_{д1} \cdot k_{г1} \cdot (t_m - t_{г1}). \quad (1.3.10)$$

Площадь днища резервуара, м²:

$$F_{д1} = \pi \cdot \frac{d^2}{4}. \quad (1.3.11)$$

Коэффициент теплопередачи через днище резервуара в грунт, Вт/(м²·К):

$$k_{г1} = \frac{1}{\frac{\delta_d}{\lambda_{ст}} + \frac{\pi \cdot d}{8 \cdot \lambda_r}}. \quad (1.3.12)$$

1.4 Хранение топлив ТЭС и котельных, их энергосбережение

В настоящее время проводившиеся исследования объектов мазутных хозяйств показали, что необходимы большие энергозатраты для разогрева мазута. На мазутных хозяйствах ГРЭС мощностью 2500 МВт расход пара в холодный период года составил 220 т/ч, на разогрев и 125 т/ч на слив мазута. Если снизить расход пара хотя бы на 1%, то это будет равносильно экономии 1000т мазута в год. Большие потери энергии происходят из-за предварительного подогрева и непрерывного поддержания температуры мазута 60-70 градусов при его хранении (и при отборе на котел) в резервуарах мазутохранилищ ТЭС и в резервуарах промышленных и отопительных котельных.

По нормативным данным тепловых электростанций и тепловых сетей топливный запас должен обеспечить пятнадцатидневную работу электростанций при минимальной нагрузке, поэтому емкости мазутных

складов составляют 250 тыс. тонн и более, а длительность хранения мазута составляет 6-месяцев. В дальнейшем при сооружении базовых мазутохранилищ с аварийным запасом топлива для некоторых электростанций приведёт к увеличению запасов мазута и продолжительности его хранения, а в последствии этого возрастет потеря тепла от основных резервуаров мазута.

В мазутном хозяйстве, в основных резервуарах мазута ТЭС, применяется циркулярный подогрев мазута, который имеет большие недостатки в связи с затратой энергии. При таком подогреве образуется однородное температурное поле в объеме мазута. Из этого следует, что в общем стенки резервуара образуется большой температурный напор мазут-воздух, который приводит к большим потерям тепла в окружающую среду, по сравнению с потерями, вызванными при подогреве мазута с помощью стационарных подогревателей.

Затраты мощности, при перекачивании мазута при циркуляционном подогреве, также значительно существенны. При циркуляционном подогреве мазута в резервуаре расход пара в 2 раза больше, чем при его разогреве с помощью стационарных подогревателей. Местные подогреватели мазута наиболее экономичны, так как они уменьшают потерю тепла с поверхности резервуара.

Наиболее эффективен электроподогрев резервуаров и электропроводов для газомазутных ТЭС, при электроподогреве коэффициент полезного действия – в 3 выше, чем при подогреве паром. Электроподогрев исключает обводнение мазута, что снижает коэффициент полезного действия котлов автоматизировать этот процесс вполне доступно. Проблема расширенного внедрения электроподогрева при эксплуатации мазутных хозяйств ТЭС и котельных, к сожалению, пока не решена.

Существует ещё одна проблема – это недогрев мазута в подогревателях перед котлом. Иногда на ТЭС допускается подача пара с заниженными параметрами, что приводит к недогреву мазута, и тогда приходится устанавливать дополнительные подогреватели, что ведёт к увеличению расхода пара. И это дополнительные затраты на установку подогревателей мазута.

В основных резервуарах мазутного хозяйства ТЭС и котельных высокий уровень температур соответственно ведёт к существенным потерям мазута (до 0.3 – 9.6 % объема резервуара в год) и к значительной загазованности атмосферного воздуха из-за испарения мазута с поверхности топлива в резервуаре.

1.5 Методы уменьшения тепловых потерь в мазутном хозяйстве

Еще с 1960 г. Проблеме потерь тепла от основных резервуаров мазутохранилищ стало уделяться большее внимание.

Для экономии энергии при хранении мазута в основных резервуарах ТЭС испытан и предложен метод холодного хранения мазута при этом методе не будет потерь при испарении мазута, что приведёт к улучшению экологической обстановке в районе ТЭС.

Но все-таки, этот метод хранения имеет некоторые недостатки. Разогрев резервуар до нормативного уровня, после длительного холодного хранения мазута, происходит довольно долго 30-80 часов и более. Это обстоятельство не обеспечивает быстрый переход ТЭС на сжигание мазута при внезапном прекращении подачи газа. В наше время, при возможности возникновения различных терактов или аварий, это является существенным недостатком. Метод холодного хранения нужно использовать повсеместно для резервуаров мазута, которые находятся в глубоком резерве.

Испытания на ряде ТЭЦ показали возможность отбора застывшего мазута в котел посредством эжекции с помощью высокотемпературных струй мазута, который подается в резервуар от некоторого внешнего источника. Отказ от подогрева мазута в основных резервуарах, приведет к исключению вообще всех затрат тепла на подогрев.

Температуру мазута, который подается из мазутных хранилищ в котельную ТЭС, рекомендуется снизить до 50 градусов. Подогрев мазута до 120 градусов нужно осуществлять в подогревателях, которые устанавливаются в котлотурбинном цехе, непосредственно у каждого котла. В связи с этим, потери тепла на разогрев мазута, могут уменьшиться в 2 раза.

Уменьшение температуры мазута в резервуарах уменьшит потерю тепла и топлива путем испарения, а также скорость осаждения кокса.

Один из главных резервов энергосбережения – теплоизоляция энергооборудование. Со временем она „стареет”, изменяет структуру, загрязняется. Все это в совокупности с несвоевременным ремонтом и контролем за ее состоянием приводит к увеличению потерь тепла. Так, например, потери тепла могут составлять до 40 % из-за плохого качества теплоизоляции. Это в 3-5 раз больше, чем в развитых странах Европы.

Более 25 лет назад за рубежом в энергетике отказались от выбора параметров изоляции по универсальным таблицам. Значительно повысились требования к параметрам изоляции с ростом стоимости энергии. В США и в других странах толщина тепловой изоляции определяется для каждого конкретного объекта. В начале 80-х годов оптимальная толщина оказалась на 60 % больше используемой прежде в США. В эти годы активно стали использовать пенополиуретан, он способен уменьшить потери тепла в 2.5 раза.

Свободная поверхность жидких горючих промышленных продуктов в зарубежной практике теплоизолируется. Так же необходима теплоизоляция свободной поверхности мазута в отечественной энергетике, так как потери тепла и топлива с этой поверхности происходят в связи с испарением и конвекцией.

Сейчас для всей страны необходимо внедрять новые энергосберегающие технологии способные уменьшать потери на подогрев мазута, так как использование мазута весьма актуально для станций и котельных на которых он хранится в качестве резервного топлива.

1.6 Вязкость мазута

Мазут в общем то определяется так же как и нефть из которой он производится исходя из этого его свойства имеют широкий диапазон в зависимости от способа производства и месторождения.

Вязкость очень важный параметр, потому что он влияет на процесс перекачки мазута. Чем более вязким является мазут тем больше усилий необходимо затратить на его перемещение а соответственно потратить больше энергии.

При циркуляционном подогреве задействуются насосы, перекачивающие мазут, обеспечивая подогрев не разогретых областей конвекцией, соответственно показатель вязкости значительно влияет на работу насосов. В большинстве случаев устанавливают центробежные насосы, что позволяет снизить температуру мазута до более приемлемых значений.

Вязкость мазута в основном зависит от температуры. Перед сжиганием мазут подогревают именно для повышения вязкости. Зависимость вязкости от температуры для разных типов мазута показана на рисунке 1.6.1

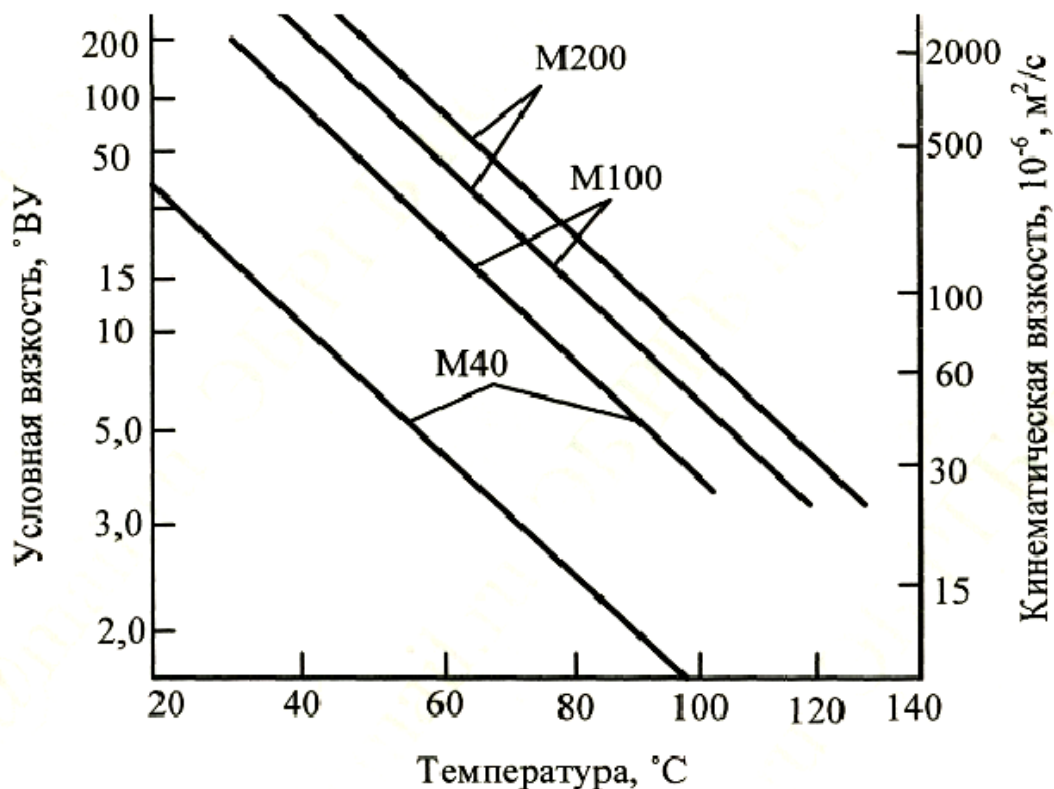


Рисунок 1.6.1 Зависимость вязкости от температуры

Не только температура влияет на вязкость, с ростом давления вязкость повышается, но это применимо только для очень высоких показателей давления.

1.7 Анализ результатов предыдущих диссертационных работ по численному моделированию процессов подогрева мазута

Казайкин Константин Фёдорович, проводивший численное исследование теплогидравлических режимов работы систем циркуляционного подогрева мазута комплексами параллельно включенных подогревателей, основываясь на построенных многочисленных зависимостях температуры мазута в резервуаре объемом 2000 квадратных метров от времени при разогреве мазута по совмещенной схеме приходит к выводу: максимально быстрое достижение температуры мазута в резервуаре зависит от объема циркулирующего потока мазута через подогреватель. Чем больше поток

мазута, тем выше температура мазута в системе, как следствие – меньше период времени требуемый для достижения необходимого температурного режима хранения мазута в резервуаре. (Специальность 05.14.14, Казанский государственный энергетический университет, диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, научный руководитель – профессор Назмеев Ю.Г.)

Камалов Рустем Фаритович, из Казанского научного центра проблем энергетики, обучающийся по специальности 05.14.14 – “Тепловые электрические станции их энергетические системы и агрегаты”, по теме диссертации: “Моделирование теплопереноса и разработка энергоэффективных теплотехнологических схем циркуляционного подогрева мазута для резервных мазутных хозяйств ТЭС” в Казани 2006 года, разработал методику расчета и математическую модель теплопереноса при ламинарном течении плоской затопленной свободной струи мазута при линейном законе изменения температуры на выходе из насадки, а так же при установленном режиме подогрева.

Лопухов Виктор Валентинович выполнил диссертацию по теме: “Разработка комплексной методики расчета процессов подогрева мазута в резервуарах мазутных хозяйств ТЭС”. Целями и задачами расчета обозначил определение основных тепловых характеристик данного резервуара и расчет способов подогрева мазута в резервуаре.

Осипов Геннадий Тихонович, разработал математическую модель циркуляционного совмещенного подогрева мазута в резервуаре с помощью параллельно соединенных 4-х подогревателей, построил множество зависимостей температуры мазута от времени при подогреве по совмещенной схеме четырех параллельно подключенных подогревателей ПМ-10-120. Техничко-экономический анализ перевода существующей схемы 2-й очере-

ди резервного мазутного хозяйства Набережночелиинской ТЭЦ на новую комбинированную схему приводит к экономии:

1. 1377 тыс. руб./год и 229 т.у.т/год сэкономлено за счет сокращения числа насосов
2. 1542 тыс. руб./год и 771 т.у.т/год уменьшено за счет сокращения числа мазутоподогревателей

Такташев Рашид Нямянович(Москва2008), исследовавший вопрос о струйном течении мазута, впечатлил меня больше всех оригинальностью своей работы, наличием в ней векторных полей распределения скоростей в резервуаре. В прочем данная работа была самой свежей из всех 8 нашедших мной работ, посвященных исследованию подогрева мазута. Циркуляционный подогрев наиболее эффективен для высоковязких марок мазута и резервуаров большой емкости

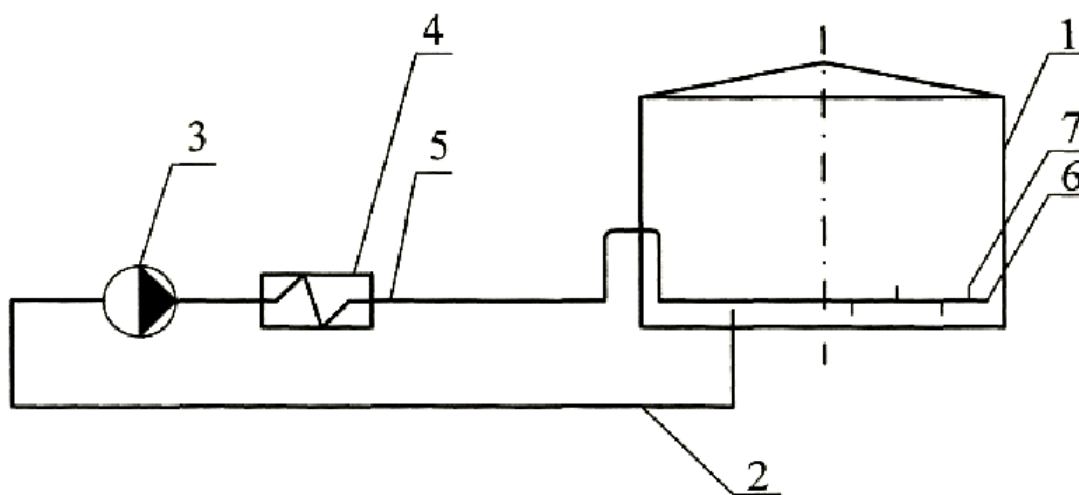


Рисунок 1.6.1 Схема циркуляционного подогрева мазута

1 – резервуар, 2 – всасывающий трубопровод, 3 – рециркуляционный насос, 4 – внешний подогреватель, 5 – трубопровод, 6 – подающий коллектор, 7 – насадки.

Векторное поле скоростей представлено на рисунке ниже



Рисунок 1.6.2 Векторное поле скоростей

На рисунке 1.6.3 приведены результаты численного моделирования охлаждения мазута нагретого до 353 К.

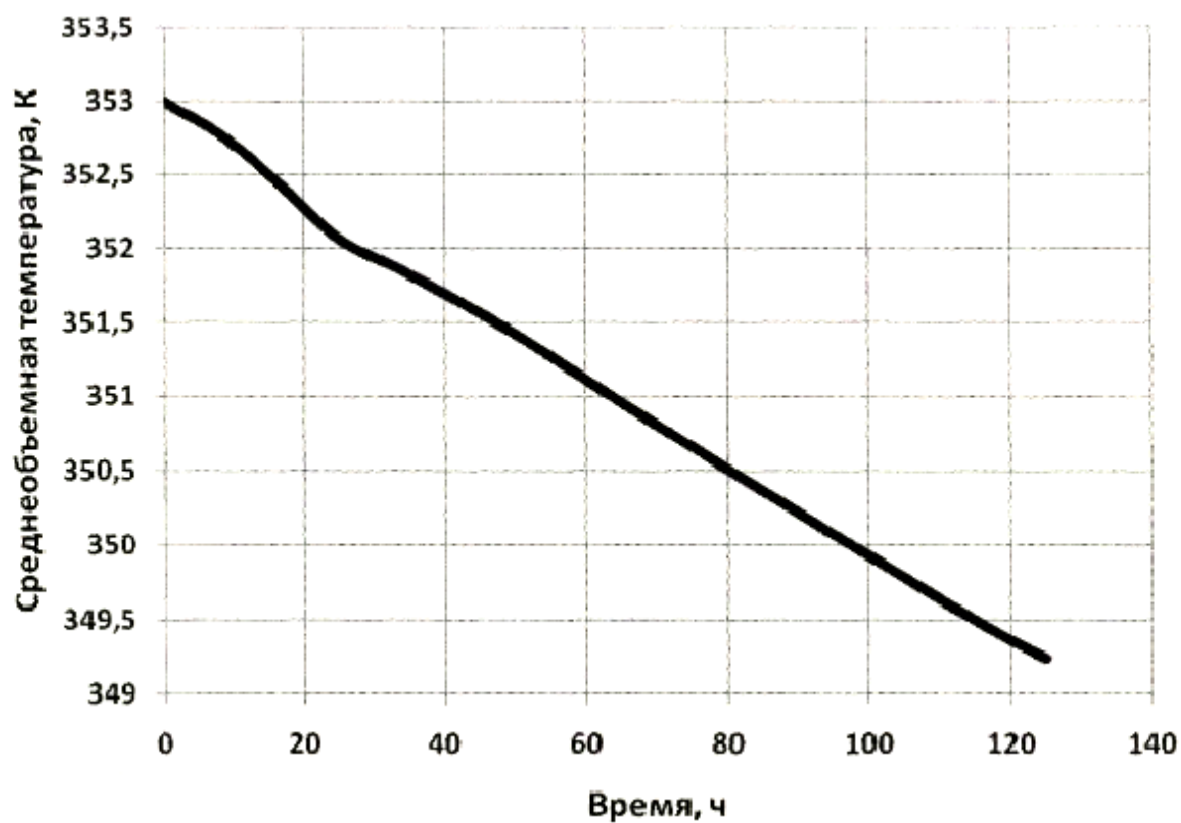


Рисунок 1.6.3 Охлаждения мазута

В процессе математического моделирования было выяснено, что наибольший темп разогрева наблюдается при массовом расходе 22,5 кг/с что соответствует скорости истечения 7 м/с

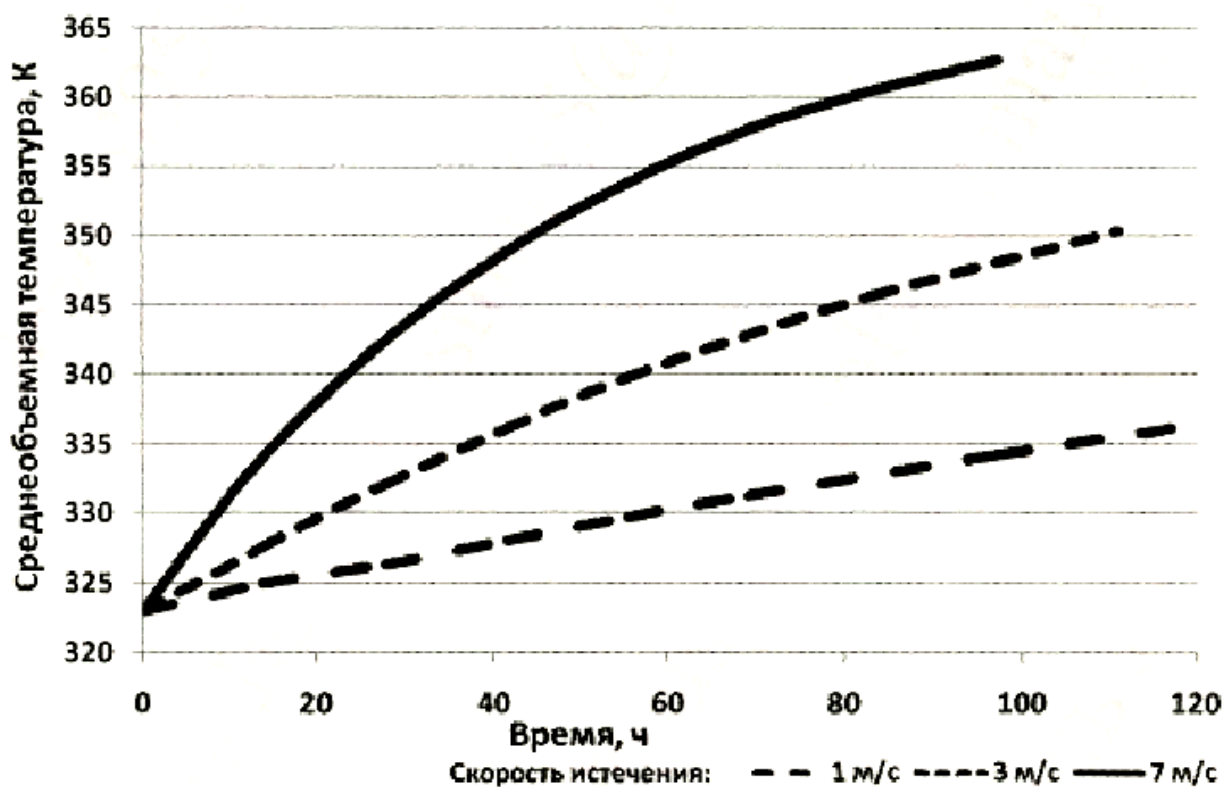


Рисунок 1.6.4 Изменение среднеобъемной температуры в процессе подогрева

Самый действенный режим с точки зрения потерь теплоты – это подогрев мазута при скорости 7 м/с (массовый расход – 22,5 кг/с), потери составляют 7,42 ГДж, когда при скорости 3 м/с (массовый расход – 9,66 кг/с) потери тепла составляют 17,07 ГДж. Основные потери приходятся на днище и составляют почти 40% от общих.

Шагеев Марат Фаридович, выполнил численное моделирование циркуляционного раздельного подогрева мазута в системах состоящих из 4-х резервуаров мазутных хозяйств ТЭС мощностью до 1800МВт.

1.8 Выводы

Подводя итоги по рассмотрению вышеперечисленных результатов выполненных работ по численному моделированию процессов подогрева мазута, разных авторов диссертаций по данной теме было выявлено:

Во всех работах по расчету и моделированию процессов подогрева мазута использовался циркуляционный метод, позволяющий сократить время разогрева и обеспечить высокую однородность топлива, хотя с другой стороны данный способ связан со значительными капитальными затратами на установку мощного и дорогостоящего оборудования (насосов, теплообменников). Поэтому чтобы оценить эффективность подогрева мазута при помощи обычных змеевиковых подогревателей, которые не требуют установку дорогостоящего оборудования, в нашей работе мы займемся расчетом подогрева мазута при помощи обычных змеевиковых подогревателей.

ГЛАВА 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕССУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

Целью научно-исследовательской работы является математическое моделирование тепловых режимов и численный анализ тепловых потерь резервуаров для хранения топлив ТЭС и котельных.

Объектом исследования является – наземный резервуар для хранения топлив ТЭС и котельных марки РВС 100, изолированный минеральной ватой.

Создание энергоэффективных систем хранения основных и резервных топлив ТЭС и котельных представляет собой самостоятельную научную проблему, частью которой является проблема моделирования тепловых режимов резервуаров для хранения топлив с учетом полного комплекса физических процессов, протекающих в объеме и зонах размещения резервуаров, а также различных механизмов взаимодействия резервуаров с окружающей средой. Задачи, связанные с прогностическим моделированием тепловых режимов резервуаров для хранения топлив, возникают не только при создании и проектировании ТЭС и котельных, но и при анализе процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования, вызванных изменением условий эксплуатации и термических сопротивлений конструкций и грунта, взаимодействием резервуаров с окружающей средой и др.

Тепловые потери в системах теплоснабжения, оборудования энергетики и неудовлетворительное состояние их теплоизолирующего слоя обосновывают необходимость разработки новых технологий снижения уровня тепловых потерь в рассматриваемых системах. Для современной техники и науки необходим точный прогноз таких процессов тепломассопереноса, натурные исследования которых очень дороги и сложны, а иногда и просто невозможны. Моделирование позволяет исключить сложные

и дорогостоящие эксперименты для исследования процессов теплопереноса.

Задача имеет практическое значение в энергетической отрасли, так как для уменьшения тепловых потерь требуется разработка, проектирование новых, высокотехнологичных, энергоэффективных материалов.

4.1 Планирование работ и оценка времени их выполнения

Научные исследования проводились с участием руководителя и инженера. По каждому виду запланированных работ была установлена соответствующая должность исполнителей, составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1 – Перечень работ и их продолжительность по времени, распределение по исполнителям

№ п/п	Наименование работ	Исполнители	Продолжительность, дней
1	Выдача и получение задания	Руководитель Инженер	1
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	10
3	Системный анализ проектных решений на базе современных разработок системы измерений и управления	Инженер	6
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель Инженер	5
5	Анализ опубликованных работ в области исследований	Инженер	7
6	Проведение теоретических обоснований разрабатываемой системы	Инженер	9
7	Гидравлический расчет	Инженер	7
8	Обработка результатов	Инженер	12
9	Разработка структурной схемы	Инженер	4
10	Разработка функциональной схемы	Инженер	5
11	Разработка принципиальной электрической схемы	Инженер	7
12	Разработка монтажной схемы	Инженер	6
13	Разработка чертежа щитовой конструкции	Инженер	5

14	Выбор технических средств автоматической системы регулирования	Инженер	5
15	Составление пояснительной записки	Инженер	8
16	Проверка пояснительной записки	Руководитель Инженер	4
	Итого	Инженер Руководитель	101 10



Для более наглядного представления продолжительности и последовательности работ был разработан график Ганта.

График Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. График Ганта представление в таблице 4.1.2.

Таблица 4.1.2 – График Ганта

№ работ	Вид работ	Исполнители	T _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				Фев.		Март			Апрель			Май			Июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Выдача и получение задания	Руководитель (13 р) Инженер (9 р)	1	█														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (9 р)	10	█	█													
3	Выбор направления исследований	Инженер (9 р)	6		█	█												
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель (13 р) Инженер (9 р)	5			█	█											
5	Анализ опубликованных работ в области исследований	Инженер (9 р)	7			█	█	█										
6	Проведение теоретических обоснований разрабатываемой системы	Инженер (9 р)	9			█	█	█	█									
7	Анализ работы первичных преобразователей	Инженер (9 р)	7			█	█	█	█									
8	Обработка результатов	Инженер (9 р)	12					█	█	█	█							
9	Разработка структурной схемы	Инженер (9 р)	4						█	█								

10	Разработка функциональной схемы	Инженер (9 р)	5																	
11	Разработка принципиальной электрической схемы	Инженер (9 р)	7																	
12	Разработка монтажной схемы	Инженер (9 р)	6																	
13	Разработка чертежа щитовой конструкции	Инженер (9 р)	5																	
14	Выбор технических средств АСР	Инженер (9 р)	5																	
15	Составление пояснительной записки	Инженер (9 р)	8																	
16	Проверка пояснительной записки	Руководитель (13 р) Инженер (9 р)	4																	

 – руководитель,  – инженер

4.2. СМЕТА ЗАТРАТ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Капитальные затраты на проект, включают в себя следующие виды затрат: материальные, амортизация, социальные отчисления, накладные и прочие затраты, необходимых для проведения работ по теме, в том числе и затраты на заработную плату научного руководителя и инженера. Существуют сметы финансирования предприятий на выполнение определенных работ, таких как ремонтные, строительные и т.д.

Смета затрат на проект рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{\text{проект}} = K_{\text{mat}} + K_{\text{ам}} + K_{\text{зн}} + K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{накл}}, \quad (4.1)$$

где K_{mat} – материальные затраты;

$K_{\text{ам}}$ – амортизация компьютерной техники;

$K_{\text{зн}}$ – затраты на заработную плату;

$K_{\text{со}}$ – затраты на социальные отчисления;

$K_{\text{пр}}$ – прочие затраты;

$K_{\text{накл}}$ – накладные расходы.

4.2.1. МАТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ

Материальные затраты принимаются в размере 1500 рублей на канцелярские товары необходимые для выполнения работы.

$$K_{\text{mat}} = 1500 \text{ руб.}$$

4.2.2. АМОРТИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Амортизация – постепенное изнашивание основных средств и перенесение их стоимости на выпускаемую продукцию по мере их физического и морального износа. В данной работе использовалась компьютерная техника для моделирования задачи в программе COMSOL Multiphysics.

$$K_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп.кт}}}{T_{\text{кал}}} \cdot C_{\text{кт}} \cdot \frac{1}{T_{\text{сл}}}, \quad (4.2)$$

где $T_{\text{исп.кт}}$ – время использования компьютерной техники;

$T_{\text{кал}}$ – календарное время;

$C_{\text{кт}}$ – цена компьютерной техники;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы компьютерной техники.

Календарное время принимается 365 дней.

В экспериментальных исследованиях использовался компьютер intel® core™ i3-3240 CPU 3.40 GHz ОЗУ 8 Гб с монитором, общей стоимостью 22000 рублей и сроком службы 5 лет. Таким образом, амортизация компьютерной техники составляет:

$$K_{\text{ам}} = \frac{101}{365} \cdot 22000 \cdot \frac{1}{5} = 1217,5 \text{ руб.}$$

4.2.3. ЗАТРАТЫ НА ЗАРАБОТНУЮ ПЛАТУ

В данную статью входит основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме проектирования. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов.

Заработная плата инженера и научного руководителя рассчитывается по формуле:

$$K_{зп} = ЗП_{инж} + ЗП_{НР}, \quad (4.3)$$

где $ЗП_{инж}$ – заработная плата инженера;

$ЗП_{НР}$ – заработная плата научного руководителя.

Заработная плата в месяц считается по формуле:

$$ЗП_{мес} = ЗП_0 \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.4)$$

где $ЗП_0$ – месячный оклад;

K_1 – коэффициент, учитывающий отпуск;

K_2 – районный коэффициент.

Месячный оклад инженера составляет 17 000 руб., старшего преподавателя 36000 руб. Месячная заработная плата рассчитывается с учетом районного коэффициента, коэффициента, учитывающего отпуск.

$$ЗП_{мес.инж} = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб.},$$

$$ЗП_{мес.НР} = 36000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 51480 \text{ руб.},$$

Фактическая заработная плата – это плата за всю проделанную работу. Рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{инж}^{\phi} = \frac{ЗП_{мес}}{21} \cdot n^{\phi}, \quad (4.5)$$

где $ЗП_{мес}$ – заработная плата в месяц;

21 – число рабочих дней в месяце;

n^{ϕ} – фактическое число дней в проекте.

$$ЗП_{инж}^{\phi} = \frac{24310}{21} \cdot 101 = 116919,5 \text{ руб.},$$

$$ЗП_{НР}^{\phi} = \frac{51480}{21} \cdot 10 = 24514,3 \text{ руб.},$$

4.2.4. ОТЧИСЛЕНИЯ НА СОЦИАЛЬНЫЕ НУЖДЫ

Отчисления на социальные нужды – элемент себестоимости продукции (работ, услуг), в котором отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством нормам государственного социального страхования в Фонд социального страхования Российской Федерации. Считаются по формуле:

$$K_{co} = 30,2\% \cdot K_{zn}, \quad (4.6)$$

$$K_{co} = 30,2\% \cdot 141433 = 42712,8 \text{ руб.}$$

4.2.5. ПРОЧИЕ ЗАТРАТЫ

Прочие затраты – элемент себестоимости продукта, в котором отображаются налоги, платежи, отчисления в страховые фонды и другие обязательные отчисления. Прочие затраты, принимаем в размере 10% от $(K_{mat} + K_{ам} + K_{zn} + K_{co})$.

$$K_{np} = 10\% \cdot (K_{mat} + K_{ам} + K_{zn} + K_{co}), \quad (4.7)$$

$$K_{np} = 10\% \cdot (1500 + 1217,5 + 141433 + 42712,8) = 18686,3 \text{ руб.}$$

4.2.6. НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ

Накладные расходы – издержки предприятия, возникающие дополнительно к основным затратам по производству и реализации продукции, работ, услуг. Принимаются в размере 200% от K_{zn} .

$$K_{накл} = 200\% \cdot K_{zn}, \quad (4.8)$$

$$K_{накл} = 200\% \cdot 141433 = 282866 \text{ руб.}$$

Смета затрат на проект по формуле 4.1 составляет:

$$K_{проект} = 1500 + 1217,5 + 141433 + 42712,8 + 18686,3 + 282866 = 488415,6 \text{ руб.}$$

Таблица 4.2.6 – Смета затрат на проект

№	Элементы затрат	Стоимость, руб.
1	Материальные затраты	1500
2	Амортизация	1217,5
3	Затраты на заработную плату	141433
4	Затраты на социальные отчисления	42712,8
5	Прочие затраты	18686,3
6	Накладные расходы	282866
	Итого	488415,6

Общие затраты на реализацию исследования составят 488415,6 рублей.

4.3 Определение ресурсной эффективности исследования

Эффективность автоматизированных систем управления зависит от сравнения результатов функционирования системы и затрат всех видов ресурсов, необходимых на её создание и развитие.

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Так как определение финансовой эффективности не представляется возможным в данном случае, произведем оценку ресурсоэффективности научного исследования. Сравнение использованного метода было произведено с двумя ближайшими аналогами.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлены в форме таблицы.

Таблица 4.3 - Оценка ресурсной эффективности НИ

Критерии \ Объект исс-ия	Весовой ко- эффициент параметра	Используемый метод	Аналог 1	Аналог 2
Задание параметров материалов	0,139	4	3	4
Задание параметров физики	0,184	5	5	4
Наложение сетки	0,158	5	4	3
Создание геометрии	0,186	3	2	3
Решение модели	0,222	5	4	3
Постобработка результатов	0,111	4	4	5
ИТОГО:	1	4,75	3,67	3,54

Численный анализ теплопритоков к резервуару для хранения мазута при наличии локального пожара в зоне его размещения имеет место при анализе риска возникновения аварийных ситуаций при пожаре. С точки зрения ресурсной эффективности, для решения поставленной в магистерской работе технической задачи был выбран наиболее подходящий и вы-

годный вариант, так как именно он имеет наибольший интегральный показатель ресурсоэффективности.

4.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ предполагает возможность оценки фактического положения и стратегических перспектив компании, получаемых в результате изучения сильных и слабых сторон компании, ее рыночных возможностей и факторов риска. SWOT-анализ имеет управленческую и стратегическую ценность, если связывает воедино факторы внутренней и внешней среды и сообщает, какие ресурсы и возможности понадобятся компании в будущем.

Название анализа – это первые буквы четырех критериев, по которым проводится анализ:

- Strengths – сильные стороны – преимущества решения;
- Weaknesses – слабые стороны – недостатки решения;
- Opportunities – возможности – факторы внешней среды, использование которых создаст преимущество;

Threats – угрозы – факторы, которые могут ухудшить положение

Проведем SWOT – анализ, чтобы определить недостатки и транспортировки мазута (таблица 4.4.1).

Таблица 4.4.1 – SWOT – анализ при транспортировке сжиженного газа

<p>S</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Более простой и дешевый метод монтажа 2. Возможность использования 3. Низкая стоимость конечного продукта по сравнению с другими 	<p>W</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Не является самостоятельной тепловой изоляцией
<p>O</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дополнительная теплоизоляция имеющихся тепловых сетей 2. Широкий спектр применения (трубопроводы, аппараты, оборудо- 	<p>T</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Невозможность транспортировки на морских территориях других стран

вание) 3. Наличие опытных специалистов по нанесению данного покрытия	
---	--

Проведем SWOT – анализ, чтобы определить недостатки и преимущества II варианта (таблица 4.4.2).

Таблица 4.4.2 – SWOT – анализ при транспортировке газа по трубопроводу

S 1. Малая стоимость 2. Прокладка к местам жительства и производства	W 1. Большие расстояния 2. Невозможность индивидуального регулирования подачи
O 1. Близкое расположение мест добычи к потребителям 2. Спрос на продукт	T 1. Запрет на транспортировку через территории стран не заинтересованных в этом

В результате проведения SWOT– анализа определены сильные и слабые стороны. Таким образом, можно сделать вывод, что транспортировка мазута более выгодна.

4.5 Выводы по разделу

В данной главе была определена трудоемкость работ участников и построен линейный график их работ. По данному графику можно судить о времени, затраченном на каждый из этапов проекта, вкладе каждого из участников и длительности исполнения работ. В целях экономической оценки проекта составлен сводный сметный расчет, который представляет собой сумму основных и накладных расходов с учетом сметной прибыли. Согласно, сметы затрат расходы на НИР составляют 449594,7 рублей. Эффект от экономии времени за счет оперативного получения объективной информации, приводит к определенной экономии на численности лиц, задействованных в монтажных работах при аварийных ситуациях, следственно должен привести к экономии затрат на оплату труда служащих.

ГЛАВА 5. Социальная ответственность

Введение

Целью научно-исследовательской работы является математическое моделирование тепловых режимов и численный анализ тепловых потерь резервуаров для хранения топлив ТЭС и котельных.

Объектом исследования является – надземный резервуар для хранения топлив ТЭС и котельных марки РВС 100, изолированный минеральной ватой.

Создание энергоэффективных систем хранения основных и резервных топлив ТЭС и котельных представляет собой самостоятельную научную проблему, частью которой является проблема моделирования тепловых режимов резервуаров для хранения топлив с учетом полного комплекса физических процессов, протекающих в объеме и зонах размещения резервуаров, а также различных механизмов взаимодействия резервуаров с окружающей средой. Задачи, связанные с прогностическим моделированием тепловых режимов резервуаров для хранения топлив, возникают не только при создании и проектировании ТЭС и котельных, но и при анализе процессов, протекающих в элементах энергетического оборудования, вызванных изменением условий эксплуатации и термических сопротивлений конструкций и грунта, взаимодействием резервуаров с окружающей средой и др.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Правовые нормы трудового законодательства

Общее количество часов работы в неделю не должно превышать 40 часов. Имеет место сокращение рабочего времени. Для работников, возраст которых меньше 16 лет – не более 24 часа в неделю, от 16 до 18 лет –

не более 35 часов, как и для инвалидов I и II группы. Также рабочее время зависит от условий труда: для работников, работающих на рабочих местах с вредными условиями для жизни - не больше 36 часов в неделю.

Трудовая деятельность, подразумевающая собой работу с компьютерным устройством в рамках выполнения выпускной квалификационной работы, соответствует группе В – творческая работа в режиме взаимодействия с компьютером. В данном случае, в рамках мер предосторожности имеется ограничение по количеству часов работы непосредственно за компьютером (6 часов), что соответствует категории III.

Необходимо уделять время нерегламентированным перерывам (микрорезультаты), длительность которых составляет 1 – 3 минуты.

Продолжительность непрерывной работы за компьютерным устройством, без регламентированного перерыва, не должна превышать 2 часа. Длительность регламентированных перерывов составляет 20 минут (после 1,5 – 2,0 часа от начала рабочей смены и обеденного перерыва).

5.1.2 Требования к организации и оборудованию рабочих мест

Рабочее место представляет собой место постоянного или временного пребывания работника в процессе трудовой деятельности и является частью рабочей зоны.

Требования к рабочему месту:

- обеспечивать возможность удобного выполнения работ;
- учитывать физическую тяжесть работ;
- учитывать размеры рабочей зоны и необходимость передвижения в ней работающего;
- учитывать технологические особенности процесса выполнения работ.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»:

- яркость дисплея не должна быть слишком низкой или слишком высокой;
- размеры монитора и символов на дисплее должны быть оптимальными;
- цветовые параметры должны быть отрегулированы таким образом, чтобы не возникало утомления глаз и головной боли.
- опоры для рук не должны мешать работе на клавиатуре;
- верхний край монитора должен находиться на одном уровне с глазом, нижний – примерно на 20° ниже уровня глаза;
- дисплей должен находиться на расстоянии 45-60 см от глаз;
- локтевой сустав при работе с клавиатурой нужно держать под углом 90°;
- каждые 10 минут нужно отводить взгляд от дисплея примерно на 5-10 секунд;
- монитор должен иметь антибликовое покрытие;
- работа за компьютером не должна длиться более 6 часов, при этом необходимо каждые 2 часа делать перерывы по 15-20 минут;
- высота стола и рабочего кресла должны быть комфортными.

Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы или развития у него профессионального заболевания. Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

Работа программиста связана с постоянной работой за компьютером, следовательно, могут возникать проблемы, связанные со зрением. Также неправильная рабочая поза может оказывать негативное влияние на здоровье. Таким образом, неправильная организация рабочего места может

послужить причиной нарушения здоровья и появлением психологических расстройств.

Требования к организации рабочего места представлены на рисунке 5.1.2.



Рисунок 5.1.2 – Организация рабочего места

При планировании рабочего помещения необходимо соблюдать нормы полезной площади и объема помещения.

Рабочий кабинет имеет следующие размеры: длина помещения – 9 м; ширина – 5 м; высота – 4 м.

Рабочее помещение представляет собой комнату площадью 45 м^2 и объемом 180 м^3 . Одновременно в рабочем помещении находится 8 человек, следовательно, на одного человека приходится около $22,5 \text{ м}^3$ объема помещения и около 8 м^2 площади, что удовлетворяет требованиям санитарных норм, согласно которым для одного работника должны быть предусмотрены площадь величиной не менее 5 м^2 и объем не менее 20 м^3 с учетом максимального числа одновременно работающих в смену.

5.2 Производственная безопасность

Первопричиной всех травм и заболеваний, связанных с процессом труда, является неблагоприятное воздействие на организм занятого трудом

человека тех или иных факторов производственной среды и трудового процесса. Это воздействие, приводящее в различных обстоятельствах к различным последствиям, имеет важное значения в трудовой сфере и для рассмотрения производственной безопасности проекта необходимо выявить вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть на рабочем месте, и описать мероприятия по защите исследователя и пользователей. Возможные опасные и вредные факторы приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Изго- товле-	Экспе- атация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[8]. 2. СНиП 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки [7]. 3. ГОСТ 12.1.003-2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [6]. 4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (с изменениями на 21 июня 2016 года) [9]. 5. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов
2. Превышение уровня шума	+	+	+	
3. Недостаток естественного света	+	+	+	
4. Повышенный уровень электромагнитных полей	+	+	+	
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека (электробезопасность)	+	+	+	

5.2.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Обеспечение в помещениях нормальных метеорологических условий является одним из необходимых условий труда, которые оказывают значительное влияние самочувствие человека.

Микроклимат помещений для лёгкой категории работ включает определённую температуру и влажность. Нормы метеорологических условий учитывают время года и характер производственного помещения. В таблице 5.1.3. приведены нормы метеоусловий для категорий работ по тяжести Ia в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

Таблица 5.2.1 – Нормы метеоусловий

Холодный период года $t_{нар}^{возд}$ ниже +10, °С						Тёплый период года $t_{нар}^{возд}$ +10, °С					
Оптимальные			Допустимые			Оптимальные			Допустимые		
Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воз- духа, м/с	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воз- духа, м/с	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воз- духа, м/с	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воз- духа, м/с
22-24	40-60	0,1	19-26	15-75	0,1	23-25	40-60	0,1	20-29	15-75	0,1

Метеорологические условия для рабочей зоны производственных помещений регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Рассматривая вопросы охраны труда людей, работающих в компьютерной лаборатории, нельзя обойтись без рассмотрения вопроса вентиляции помещения. Вентиляция предназначена для создания на рабочем месте нормальных метеорологических и гигиенических условий за счёт организации правильного воздухообмена.

Проанализировав имеющуюся в помещении вентиляцию можно сказать, что:

1. По способу перемещения воздуха она является естественной и неорганизованной.
2. По назначению она осуществляет удаление (вытяжку) воздуха из помещения.
3. По месту действия она является общеобменной.

Количество приточного воздуха при естественном проветривании должно быть не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного человека, при объёме помещения приходящегося на него менее 20 м^3 , что не выполняется. Следовательно, следует либо применить другой тип вентиляции, например, принудительную, либо устанавливать кондиционеры.

Кроме того допустимые нормы по запылённости должны соответствовать санитарным нормам для ПДК веществ 4 – ого класса опасности, и поддерживаются созданием соответствующих устройств вентиляции и влажной ежедневной двухразовой уборкой пола в помещении определяется ГН 2.2.5.1313 – 03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

Если температура воздуха отличается от нормальной, то время пребывания в таком помещении должно быть ограничено в зависимости от категории тяжести работ. Температура в рассматриваемом помещении в холодное время года может опускаться до $19\text{-}21 \text{ }^\circ\text{C}$, а в теплое время года подниматься до $25\text{-}28 \text{ }^\circ\text{C}$. Данные показатели соответствуют допустимым значениям температуры.

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. В рассматриваемой аудитории вентиляция осуществляется естественным и механическим путём. В зимнее время в помещении предусматривается система отопления. Это обеспечивает нормальное состояние здоровья работников в аудитории.

5.2.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – электродвигатели в системе охлаждения и центральная система вентиляции ЭВМ.

Защитой от шумов является заключение вентиляторов в защитный кожух и установка внутрь корпуса ЭВМ.

Повышенный уровень шума является наиболее распространенным вредным фактором на рабочем месте, который воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Под действием шума ухудшается речевая коммуникация человека, снижается его реакция, а также проявляется усталость.

Источниками шума на рабочем месте оператора являются принтеры, вентиляторы систем охлаждения, множительная техника, осветительные приборы дневного света, а также шумы, проникающие извне.

Допустимые уровни звука и звукового давления для рабочего места разработчика-программиста согласно вышеуказанному ГОСТ 12.1.003-2014 представлены в таблице 5.2.2.

Таблица 5.2.2 – Предельно допустимые уровни звука

Вид трудовой деятельности/ Частоты	Уровни звука и звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

Научная деятельность, проектирование, программирование, рабочие места проектно-конструкторских бюро, программистов вычислительных машин и т.д.	86	71	61	54	49	45	42	40	38
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Уровень шума на рабочих местах не должен превышать значений, установленных СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составлять не более 50 дБА.

Для снижения уровня шума, производимого персональными компьютерами, рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы.

5.2.3 Недостаток естественного света

Одним из элементов, влияющих на комфортные условия работающих, является освещение. К нему предъявляются следующие требования:

1. Соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой работы;
2. Достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях в окружающем пространстве;
3. Отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости;
4. Постоянство освещенности по времени;
5. Оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;
6. Долговечность, экономичность, электро- и пожаробезопасности, эстетичность, удобство и простота в эксплуатации.

В соответствии с задачами зрительной работы помещение относится к 1 группе, т. е. помещения, в которых производится различение объектов зрительной работы при фиксированном направлении линии зрения. Нормированное значение освещенности рабочей поверхности для данной

группы составляет 300 лк, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий». Это значение достигается применением совместного освещения, т.е. недостаточное естественное (через оконные проёмы) дополняется искусственным (с помощью люминесцентных ламп).

Естественное освещение – обуславливается световым потоком прямых солнечных лучей и диффузионным светом неба, т. е. многократным отражением солнечных лучей от мельчайших взвешенных в атмосфере частиц пыли и воды. Величина такого освещения изменяется как в течение года, так и в течение суток. Изменения в течение суток зависят от географических координат, расположения других зданий, месторасположения объекта, времени суток, прозрачности воздуха, облачности и других характеристик окружающей среды.

Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в широких пределах, которые зависят от времени года, суток, метеорологических условий. Поэтому естественное освещение нельзя задать количественно. В качестве нормированной величины для естественного освещения используют коэффициент естественной освещенности (КЕО), который представляет собой отношение освещенности в данной точке внутри помещения к значению наружной освещенности, полностью открытого небосвода. Нормирование этого коэффициента определяется по таблице с учетом характера зрительной работы, системы освещения, района расположения объекта. Кроме количественного показателя КЕО используют качественный показатель – неравномерность естественного освещения. Для естественного освещения с размером объекта 0,15 мм естественное освещение находится в пределах 3-10 %.

В России нормируется еще один качественный показатель освещения – коэффициент пульсации освещенности. Нормирование этого показателя также потребовалось в связи с повсеместным внедрением газоразрядных

источников света, так как у излучения ламп накаливания пульсации весьма незначительны и каких-либо неудобств от их существования люди не испытывали. Установлено, что глубина пульсации освещенности на рабочих местах не должна превышать 20 %, а для некоторых видов производства – 15 %.

5.2.4 Повышенный уровень электромагнитных полей

Любой электрический прибор, производит электромагнитное излучение, в моем случае это монитор и блок питания компьютера. В таблице 5.2.4 представлены временные допустимые уровни электромагнитных полей, создаваемых компьютерами на рабочих местах, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12.

Таблица 5.2.4 – Временные допустимые уровни электромагнитных полей

Наименование параметров		Временные допустимые уровни электромагнитных полей
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 5 кГц-400 кГц	25 нТл
Поверхностный видеомонитора	электростатический потенциал экрана	500В

Для того, чтобы снизить воздействие таких видов излучения, рекомендуют применять такие мониторы, у которых уровень излучения понижен (MPR-II, TCO-92, TCO-99), а также установить защитные экраны и соблюдать режимы труда и отдыха.

5.2.5 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека (электробезопасность)

В аудитории имеются различные электрические установки, в том числе и ЭВМ, которые несут в себе потенциальную опасность для челове-

ка: токоведущие проводники оказавшегося под напряжением оборудования в результате повреждения изоляции, не подают каких-либо сигналов, которые предупреждали бы об опасности. Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании тока через тело.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация обслуживания действующих установок.

Во время работ в электроустановках для предупреждения электротравматизма очень важно проводить соответствующие организационные и технические мероприятия.

Организационные мероприятия:

1. Оформление работ нарядом или устным распоряжением;
2. Допуск к работе;
3. Надзор во время работы;
4. Оформление перерыва в работе;
5. Переводов на другое рабочее место;
6. Окончания работы.

Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения:

1. Отключение оборудования на участке, выделенном для производства работ и принятием мер против ошибочного или самопроизвольного включения;
2. Ограждение при необходимости рабочих мест и оставшихся под напряжением токоведущих частей;
3. Вывешивание предупреждающих плакатов и знаков безопасности;
4. Проверка отсутствия напряжения;
5. Наложение заземления.

Особые требования предъявляются к обеспечению электробезопасности пользователей, работающих на персональных компьютерах. К их числу относятся следующие:

1. Все узлы одного персонального компьютера и подключенное к нему периферийное оборудование должны питаться от одной фазы электросети;
2. Корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;
3. Для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный щит;
4. Все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны производиться при отключенном электропитании.

По способу защиты человека от поражения током оборудование относится к 1 классу электрических изделий, т. е. к изделиям, имеющим, по крайней мере, рабочую изоляцию и заземление, т. е. всё оборудование, имеет защитную изоляцию, заземление, согласно ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов» .

5.3 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды и экологическая безопасность являются одними из самых важных факторов при выполнении работ любого характера. В условиях работы в офисном помещении за персональным компьютером выбросы в окружающую среду не производятся и нет влияния на жилищную зону.

При разработке данной магистерской диссертации использовался компьютер, а значит необходимо помнить о правильной утилизации компьютерного лома после выхода из строя данного ПК. В соответствии с постановлением правительства №340 юридическим лицам запрещено самостоятельно утилизировать компьютерную технику. Необходимо найти организацию, которая занимается утилизацией в частном порядке.

Нормативный документ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-12, излагает читателю следующие общие рекомендации по снижению опасности для окружающей среды, исходящей от компьютерной техники:

- использовать оборудование, соответствующее санитарным нормам и стандартам экологической безопасности;
- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полной или частичной регенерации;
- отходы в виде компьютерного лома утилизировать;
- применять экономные режимы работы оборудования.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Пожар – это самая распространенная чрезвычайная ситуация.

Пожар наносит материальный ущерб и создает угрозу жизни и здоровью человека.

Причинами возникновения пожара является:

1. Халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов);
2. Неправильное устройство и неисправность вентиляционной системы;
3. Самовоспламенение и возгорание веществ;
4. Короткое замыкание;
5. Статическое электричество.

В современных ЭВМ очень высока плотность размещения электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммуникационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100°C. При этом возможно оплавления изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, сопровождаемое

искрением, которое ведет к недопустимой перегрузки элементов электронных схем. Они, перегреваясь, сгорают, разбрызгивая искры.

Следовательно, допускается работа только на исправных установках и приборах. К работе могут допускаться лица, прошедшие инструктаж, по технике безопасности.

Согласно нормам первичных средств пожаротушения ППБ 101-89 с учётом наличия электроустановок напряжением до 1000 В, на 100 м² должны быть: один углекислотный огнетушитель типа ОУ-2, ОУ-5 или ОУ-8. Категория по пожарной опасности – В-4, так как имеются твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыль и волокна), способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом гореть.

Сотрудники лаборатории должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной клетки (рисунок 5.2.1).

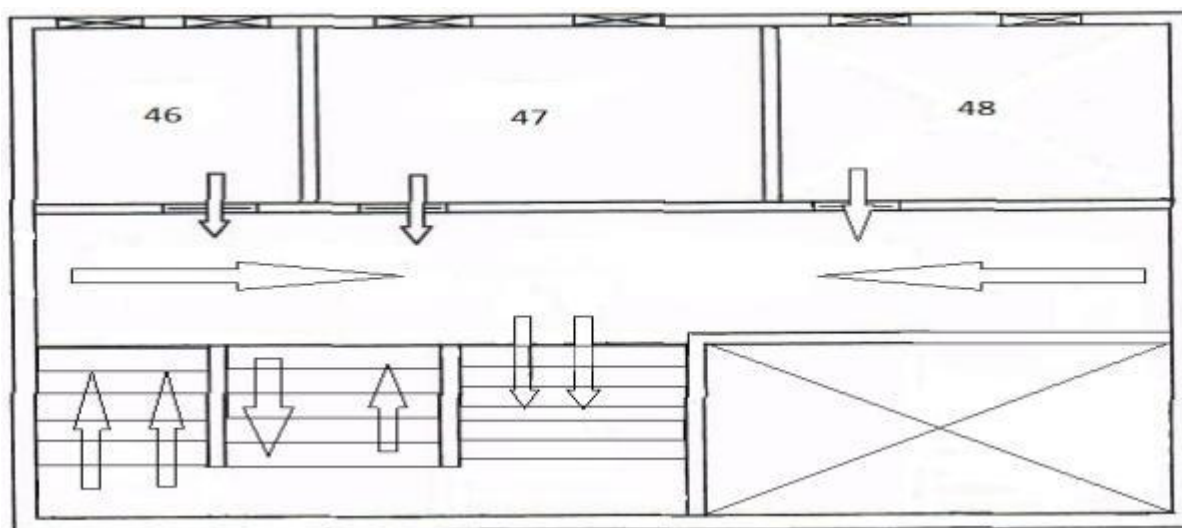


Рисунок 5.2.1 – Схема эвакуации при пожаре.

5.5 Выводы по разделу

Нормированное значение освещённости рабочей поверхности для данной компьютерной лаборатории составляет 300 лк, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий». Это значение достигается применением совместного освещения, то есть недостаточное естественное (через оконные проёмы) дополняется искусственным (с помощью люминесцентных ламп).

При работе с персональными компьютерами в лаборатории выполняются все требования, установленные СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

Помещение удовлетворяет всем необходимым нормам для выполнения работы: норма рабочего места составляет 5 м² на одного человека, система освещения сохраняет допустимое отклонение освещённости, приняты меры для уменьшения воздействия шума, микроклимат помещения в пределах нормы, приняты меры по понижению уровня излучения мониторов.

Для организации рабочего места были соблюдены требования согласно СанПиН 2.2.4.3359-16. Были приведены рекомендации для защиты от возможных угроз для безопасности жизнедеятельности. Также работниками соблюдаются правила безопасности. Сотрудники компьютерной лаборатории ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре.

Заключение

В результате математического моделирования стального вертикального наземного резервуара РВС – 100 цилиндрической формы с геометрическими характеристиками, представленными в таблице 2.1.1, толщиной изоляции и стенок резервуара соответствующим реальным величинам для резервуаров данных размеров, при постоянных теплофизических характеристиках материалов, указанных в таблице 3.1.1; при наличии подогревателя, расположенного внутри корпуса с мазутом, имеющего постоянную температуру на стенках подогревателя равную $T_1 = T_{\text{под}} = \text{const} = 120^\circ\text{C}$, были получены значения тепловых потерь (таблицы 3.2.1 – 3.2.3) для разной температуры окружающего воздуха от -20°C до 20°C и изменении коэффициента теплоотдачи $\alpha = 5; 20; 35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ (значения представлены в таблицах 3.1.2 – 3.1.3). Так же были построены температурные поля распределения температур в области резервуара которые представлены на рисунках 3.1.1 - 3.1.9.

Моделирование было проведено в комплексе мультифизического моделирования COMSOL Multiphysics с использованием модуля General Heat Transfer и применения конечно – элементной сетки.

Процесс теплопереноса осуществлялся без использования конвекции, так как конвективного движения мазута не предусматривалось, и передача теплоты внутри резервуара осуществлялась только при помощи теплопроводности.

При изменении температуры окружающей среды на величину от $T = 20^\circ\text{C}$ до $T = -20^\circ\text{C}$ (таблицы 3.2.1 – 3.2.3), тепловые потери увеличиваются на 30%, тогда как, изменение коэффициента теплоотдачи в условиях отсутствия конвективного теплопереноса не оказывает существенного влияние на величину тепловых потерь.

Список литературы

1. Бирюлин Г.В. Теплофизические расчеты в конечно-элементном пакете COMSOL/FEMLAB. СПб.: СПбГУИТМО, 2006. – 89с.
2. Пехович А.И., Жидких В. М. Расчеты теплового режима твердых тел. Л.: Энергия, 1976. – 351 с.
3. Назмеев Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. - 612с.
4. ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: ИПК Издательство Стандартов, 1974. – 4с.
5. Дубовцев В.А. Безопасность жизнедеятельности. / Учеб.пособие для дипломников. - Киров: изд. КирПИ, 1992. – 87с.
6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». – М.: Минздрав России, 2003. – 56с.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 2003. – 28с.
8. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997. – 12с.
9. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». – М.: Стандарт Информ, 2006. – 50с.
10. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. – М.: Минздрав России, 1996. – 8с.
11. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов». – М.: ИПК Издательство Стандартов, 1987. – 5с.

12. ППБ 01–03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003. – 111 с.
13. Кузьмина Е.А., Кузмин А.М. Методы поиска новых идей и решений “Методы менеджмента качества” №1 2003 г.
14. Фатхутдинов Р.А. Производственный менеджмент: Учебник для вузов. 6-е изд. – СПб.: Питер, 2008. – 496 с.
15. Справочник экономиста промышленного предприятия / Под науч. ред. проф. С.Е. Каменицера. – М.: Экономика, 1978. – 663 с.
16. Бухалков М.И. Производственный менеджмент: организация производства: Учебник. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 395 с.
17. ГОСТ 2.103-68. Единая система конструкторской документации. Стадии разработки. – Введ. 1971.01.01 Текст. М. : Издательство стандартов, 2007. 9 с.
18. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.-Томск: ТПУ, 2014. – 37 с.
19. Планирование на предприятии: Учебник. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 411 с.
20. J. N. Reddy An Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis (Oxford University Press, New York, 2004).
21. S. Korniyenko, Evaluation of thermal performance of residential building envelope, Procedia Engineering. 117, 1 (2015).
22. A.L. Garcia, Numerical methods for physics (Prentice Hall, New York, 2000).
23. ГОСТ 31385-2016. Межгосударственный стандарт. Резервуары стальные вертикальные для нефтепродуктов. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 122 с.
24. ГОСТ 10585-75. Топливо нефтяное. Мазут. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1982. – 11 с.

25. Ляндо И.М. Эксплуатация мазутного хозяйства котельной промышленного предприятия. М.: Энергия. – 1968. – 151с.
26. Оленев Н.М. Хранение нефти и нефтепродуктов. М.: Недра. – 1964. – 428с.
27. Бунчук В.А. Новые типы нефтяных резервуаров и их оборудование. – М.: ВНИИОЭНГ. – 1967. – 98с.
28. Корниенко В.С., Поповский Б.В. Сооружение резервуаров. – М.: Стройиздат. – 1971. – 224с.
29. Белосельский Б.С. Топочные мазуты. – М.: Энергия. – 1978. – 256 с.
30. Ляховецкий М.С. Некоторые резервы экономии жидкого топлива в мазутном хозяйстве ТЭС // Электрические станции. – 1985. – № 7. – С. 55-58.
31. Белосельский Б.С., Соляков В.К. Энергетическое топливо. – М.: Энергия. – 1980. – 168 с.
32. Карпов В.В., Вязовой С.К., Емелин Ж.А. Опыт холодного хранения мазута // Энергетик. – 1975. – № 4. – С. 25-28.
33. Нормы расхода тепла на мазутные хозяйства ТЭС. НР 34-70- 045-83./М.: Союзтехэнерго. – 1984. – 24 с.
34. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.: Атомиздат. – 1979. – 415 с.
35. Бирюлин Г.В. Теплофизические расчеты в конечно-элементном пакете COMSOL/FEMLAB. – СПб.: СПбГУИТМО. – 2006. – 89с.
36. Шайдуров В.В. Многосеточные методы конечных элементов. – М.: Наука. – 1989. – 288с.
37. Струков В.А., Костяков А.Д. Использование пенополиуретана в качестве тепловой изоляции трубопроводов тепловых сетей // Промышленная энергетика. – 2001. – № 11. – С. 26-27

38. Ляховецкий М.С. Некоторые резервы экономии жидкого топлива в мазутном хозяйстве ТЭС // Электрические станции. – 1985. – № 7. – С. 55–58.
39. Дульцев В.И. Снижение расхода тепла на подготовку мазута к сжиганию // Энергетик. – 1985. – № 9. – С. 20–25.
40. Развитие теплоснабжения в России в соответствии с Энергетической стратегией до 2030г. // Новости теплоснабжения. – 2010. – № 2. – С. 6-9.
41. Белосельский Б.С. Топочные мазуты. – М.: Энергия. – 1978. – 256 с.
42. Чиркин В.С. Теплофизические свойства материалов. Справочник. М.: ФИЗМАТГИЗ., 1959. – 356с.

Приложение 1
(Справочное)

MODELING OF THERMAL MODEL OF FUEL STORAGE TANKS

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5БМ83	Смоленцев Павел Олегович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И. Н. Бутакова ИШЭ	Половников В.Ю.	к.т.н., доцент		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП ОИЯ	Костомаров П.И.	к.ф.н., доцент		

Introduction

More than 30% of the oil is converted into heating oil during its processing, which is then used by consumers at power stations and boilers.

At the moment, gas and coal are the most common types of fuel, but still coal-fired power plants use fuel oil as a kindling fuel, and power plants that run on gas use fuel oil as a backup fuel. Analyzing the fuel and energy situation at the moment, we can conclude that gas and oil will be relevant for several decades, and even after 2030, 70% of electricity will be produced from these resources. At the moment, when gas and oil prices are quite high, there is a question of improving the schemes of fuel oil farms.

Despite the fact that such heat sources as gas and fuel oil have been used for at least several decades, their use is still relevant.

The main problem when using fuel oil farms is the high energy consumption for heating fuel oil during its preparation.

The purpose of this work is to model and evaluate the heat losses of fuel storage tanks for thermal power plants and boiler houses, taking into account different ambient temperatures and changing heat transfer coefficient.

The object of research is a steel cylindrical vertical tank RVS-100.

The subject of the study is the analysis of heat losses of fuel storage tanks for thermal power plants and boiler houses.

The task of this work is to forecast the mechanisms of thermal effects on the fuel oil storage tank, taking into account changes in the ambient temperature and heat transfer coefficient; to model the thermal effects inside the tank; to analyze the results of modeling thermal modes.

The relevance of the study of thermal effects inside the tank using a parameevik heater when the ambient temperature changes and the heat exchange coefficient is determined by the following indicators:

- the need to reduce heat losses spent on heating fuel oil before using it;
- the methods used for calculating heat losses of fuel oil farms do not fully reflect the details of the heat processes taking place;
- the need for a more complete assessment of the energy potential of fuel oil farms.

Practical significance:

The benefit of this study is to increase the volume of data related to the study of modeling of fuel storage tanks for thermal power plants and boilers, taking into account the ambient temperature and changing heat transfer coefficient.

The results of the research develop ideas about different operating conditions of fuel oil storage facilities and can be useful in their design, improvement of individual structural elements, and selection of materials.1. Classification and characteristics of thermal insulation materials of heat pipelines and equipment.

CHAPTER 1. LITERATURE REVIEW

1.1 Different types of fuel oil farms

The main purpose of the fuel economy of a station or boiler house is to ensure continuous supply of fuel oil prepared for use with appropriate parameters such as pressure or viscosity in the required amount.

Fuel oil farms differ in purpose, method of use and method of supply to boilers.

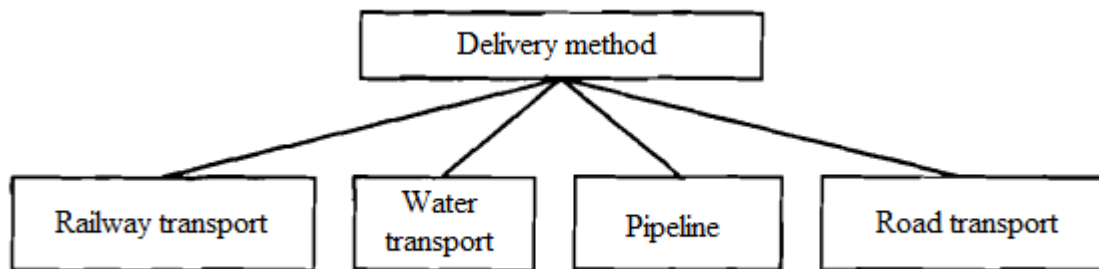


Figure 1.1.1 Classification of fuel oil farm schemes by delivery method

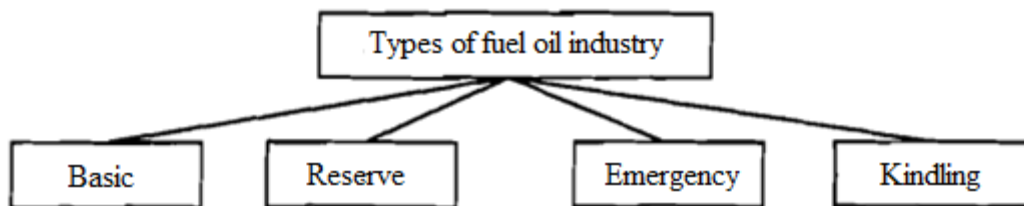


Figure 1.1.2 Classification of schemes of fuel oil farms by purpose

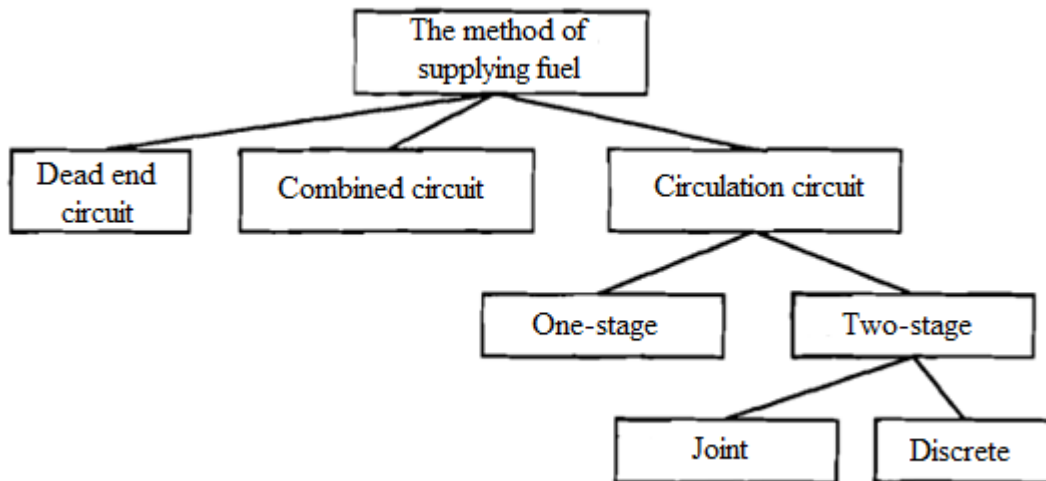


Figure 1.1.3 Classification of schemes of fuel oil farms by the method of fuel supply to boilers

The dead-end diagram is shown in figure 4. It is usually used for small-sized boilers running on low-viscosity fuel oil used as kindling or emergency fuel. Fuel is heated in the fuel tank to a temperature of about 85-90 °C. This fuel supply scheme is unreliable and rarely used, it causes frequent pressure fluctuations in the fuel oil supply line, and there is a need for a device for steam purging in the fuel oil pipeline. The advantages include the ease of accounting for fuel oil consumption.

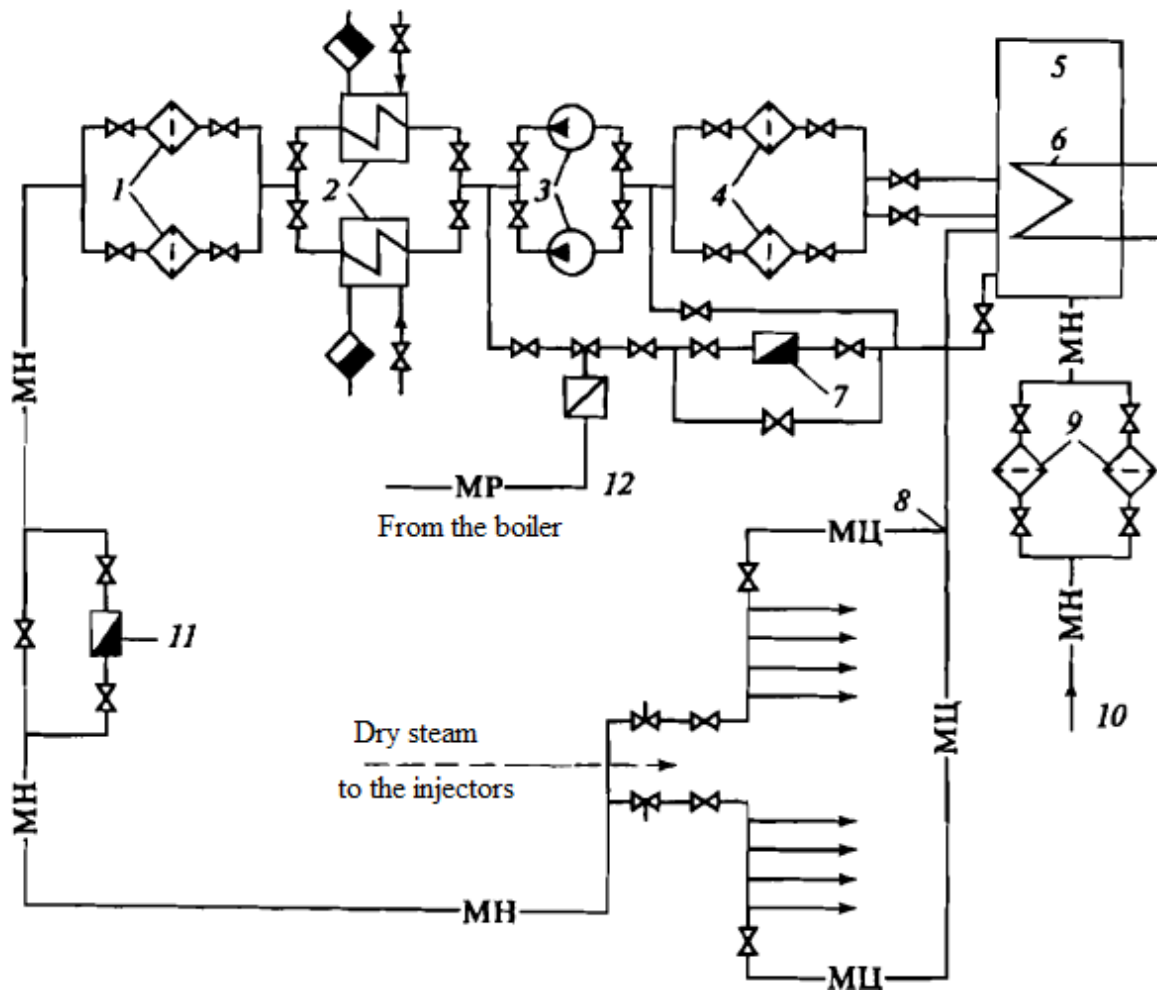


Figure 1.1.4 Dead end fuel oil supply scheme

1-fine filters; 2, 6-steam heaters; 3-pumps; 4, 9 - coarse filters; 5-flow tank; 7, 11-fuel oil meters; 8-circulation section; 10-fuel supply from the main tank; 12-valve; MN, MC, MR-pressure, circulation and recirculation fuel pipes

The circulation scheme is used most often in practice, besides it is quite easy to operate. It is used for boilers that use fuel oil as the main fuel or when burning fuel oil of high-viscosity grades. Delivery of fuel oil is carried out by rail, before draining the fuel oil is heated by steam with an average pressure of 1MPa and a temperature of 225 °C. The main drawback of this scheme is the unavoidable discharge of prepared fuel oil when the boilers stop. The advantage of this scheme is the ability to maintain fuel oil in a preheated state. A typical scheme is shown in figure1.1.5.

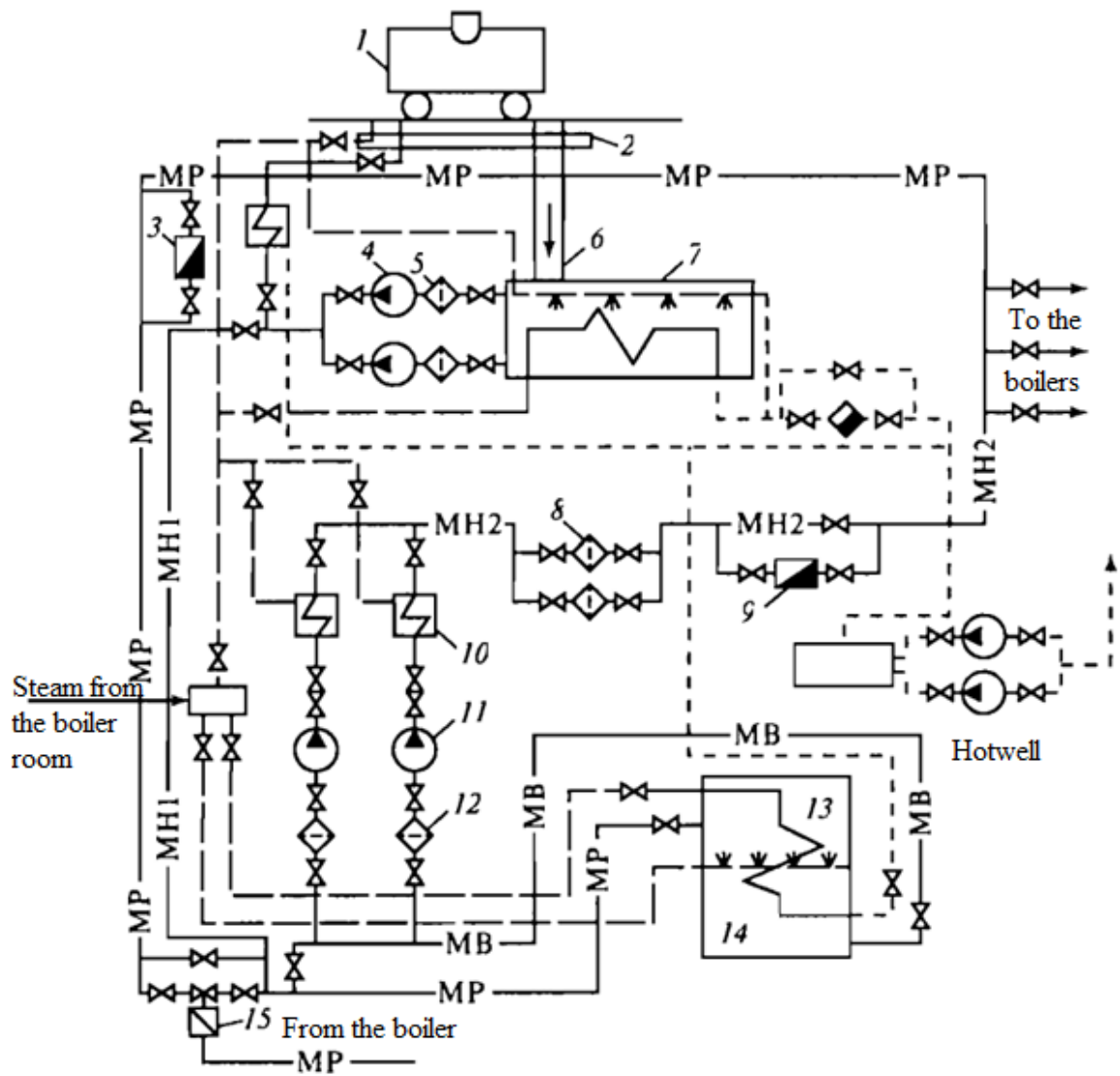


Figure 1.1.5 fuel oil Circulation flow diagram

1-tank; 2-trestle; 3, 9-fuel oil meters; 4-pumping pumps; 5, 12-coarse filters; 6 - drain chute; 7-receiving tank; 8-fine filter; 10, 13-fuel oil heaters; 11 -- pumps; 14 -- main tank; 15-drain valve; MV-fuel oil suction line; the other designations are the same as in Fig. 1.1.4

The combined scheme is used mainly at stations with frequent transitions from gas to fuel oil and when using high-viscosity classes of fuel oil. The advantages of this scheme include versatility, the presence of a recirculation line, and the prevention of solidification of fuel in pipelines.

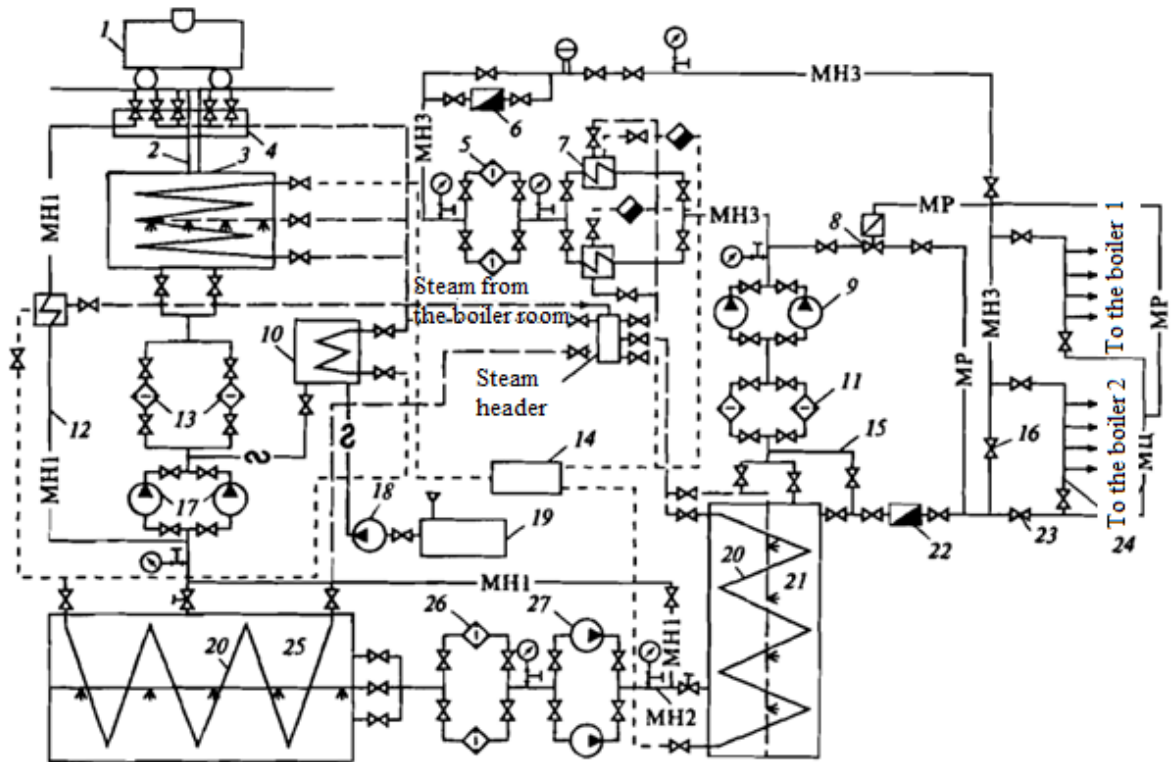


Figure 1.1.6 Combined fuel oil supply scheme

1 — tank; 2 — trench drain; 3 reception capacity; 4 — flyover; 5 — filter; 6, 22 — fuel oil meters; 7, 20 — steam heaters; 8 — valve; 9, 27 - pumps; 10 — liquid additive steam heater; 11, 13, 26 — filter; 12 — recirculation line of the fuel oil for heating of sufficient capacity; 14 — condensate tank; 15 — return line to the oil pump; 16 - recirculation valve in addition to fuel oil boilers; 17 — pumps; 18 — pump; 19 — a tank of liquid additives; 21 — feed tank; 23 — the recirculating valve fuel oil; 24 — parcel circulation; 25 — the main container; the other symbols are the same as in Fig. 1.1.5

1.2 Types of tanks, their description and features.

At thermal power plants and in boilers, fuel oil is stored in tanks, where it is taken, heated, and prepared for delivery. There are 3 main types of reservoirs: underground, stationary and mobile. Underground ones are divided into mine,

trench, and shaft-less ones. Stationary ones are divided into metal and reinforced concrete ones.

Underground tanks are designed for long-term storage of fuel oil calculated for months or even years. Shaft-free underground reservoirs are built at a depth of about 10 meters on the site of permafrost rocks or rock salt.

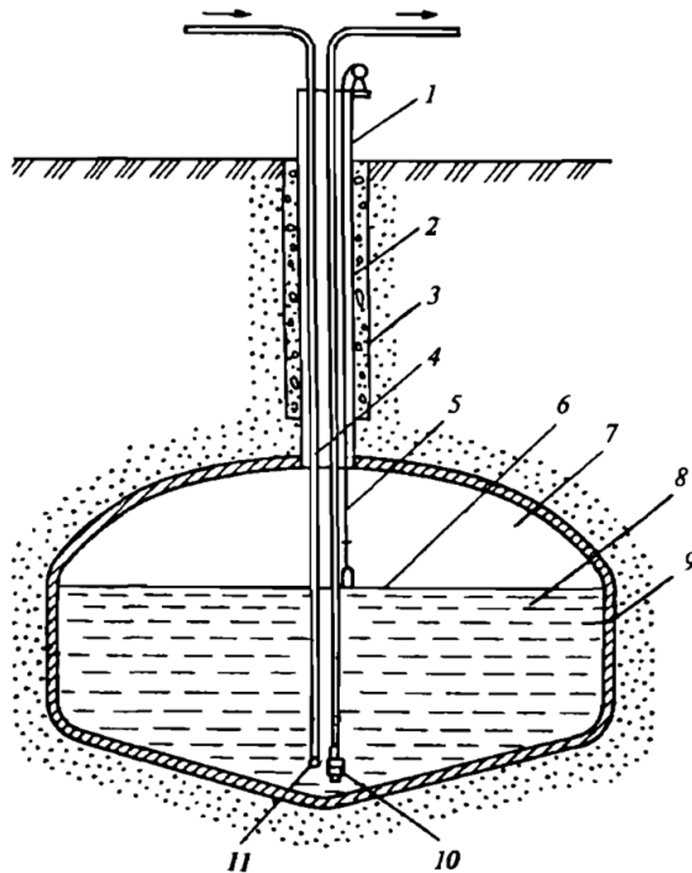


Figure 1.2.7 Schematic diagram of a shaft-less tank

1-casing head; 2-casing string; 3-cement ring; 4-pipeline for oil product inlet; 5-level gauge; 6-oil product level; 7-above-gas space; 8-oil product; 9-ice lining; 10-pump for oil product selection; 11 - jet removal

Underground mine reservoirs can have any configuration and are built at a roof depth of about 10-40 meters see figure 1.2.8.

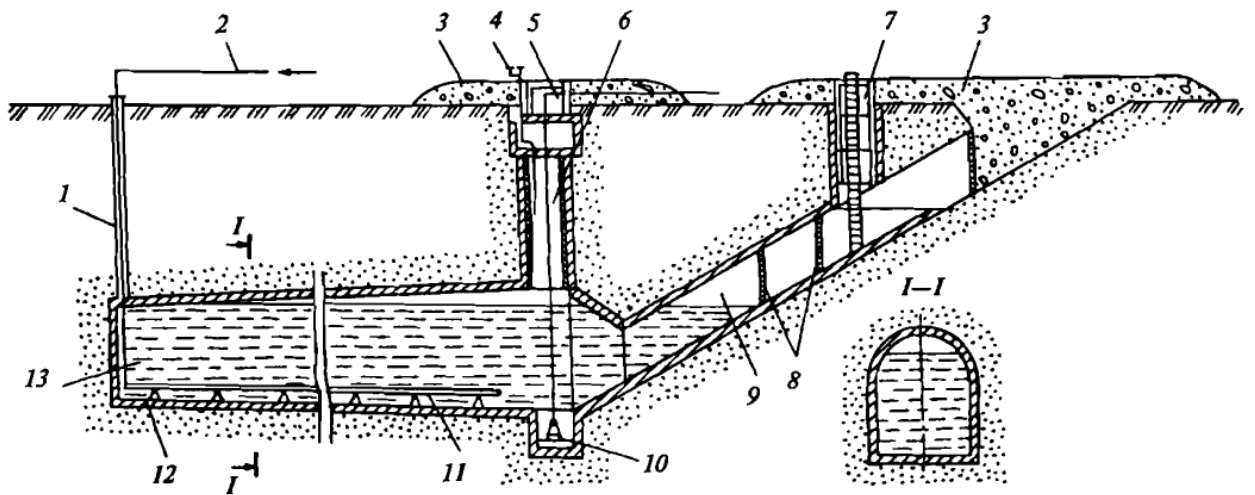


Figure 1.2.8 Schematic diagram of a single chamber mine reservoir

1-technological well; 2-pipeline for filling oil product; 3-thermal insulation of the head; 4-breathing valve; 5-well head; 6-production well; 7-inspection well; 8-jumpers; 9-inclined shaft; 10-pump in the sump; 11-distribution device for draining oil; 12-icepipe facing; 13-production-tank with oil products.

Trench-type mine reservoirs reach a length of 200 meters and a width of 20 meters at a depth of no more than 15 meters.

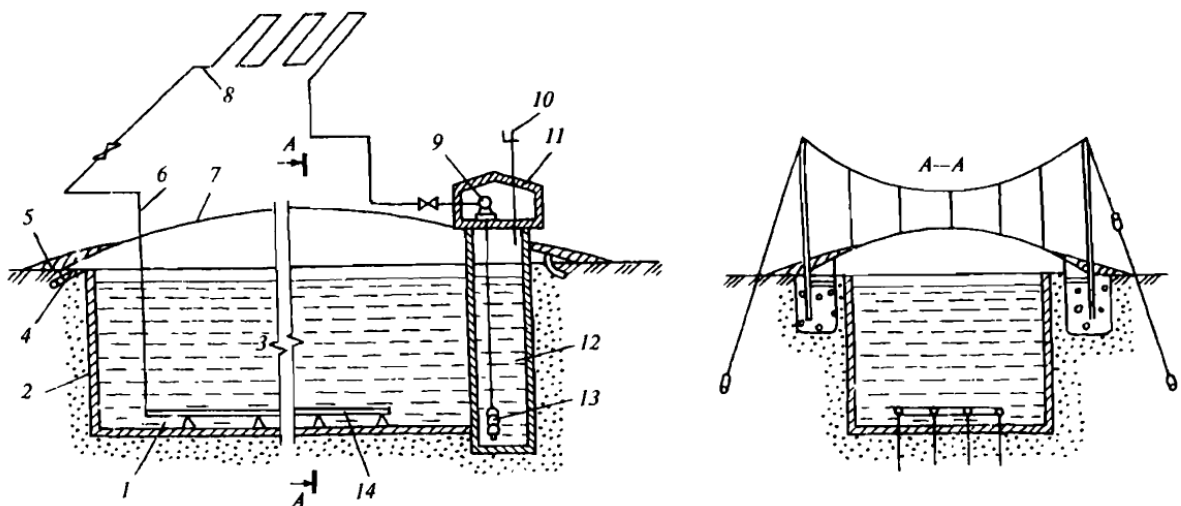


Figure 1.2.9 Underground ice-bearing reservoir of trench type

1-permafrost rock; 2-ice lining; 3-reservoir with oil products; 4 - junction of the reservoir overlap with frozen rock; 5-thermal insulation; 6 - pipeline for the Bay; 7 - overlap; 8-air heat exchanger; 9-electric motor; 10-breathing valve; 11-

pumping room; 12-service well; 13-pump; 14-distribution device for draining oil products.

Mine reservoirs are intended for storing fuel oil for a long time and heating is performed only when the fuel oil is delivered to the TPP, such reservoirs are not used.

Metal tanks are made of cylindrical shape and they are divided into horizontal and vertical.

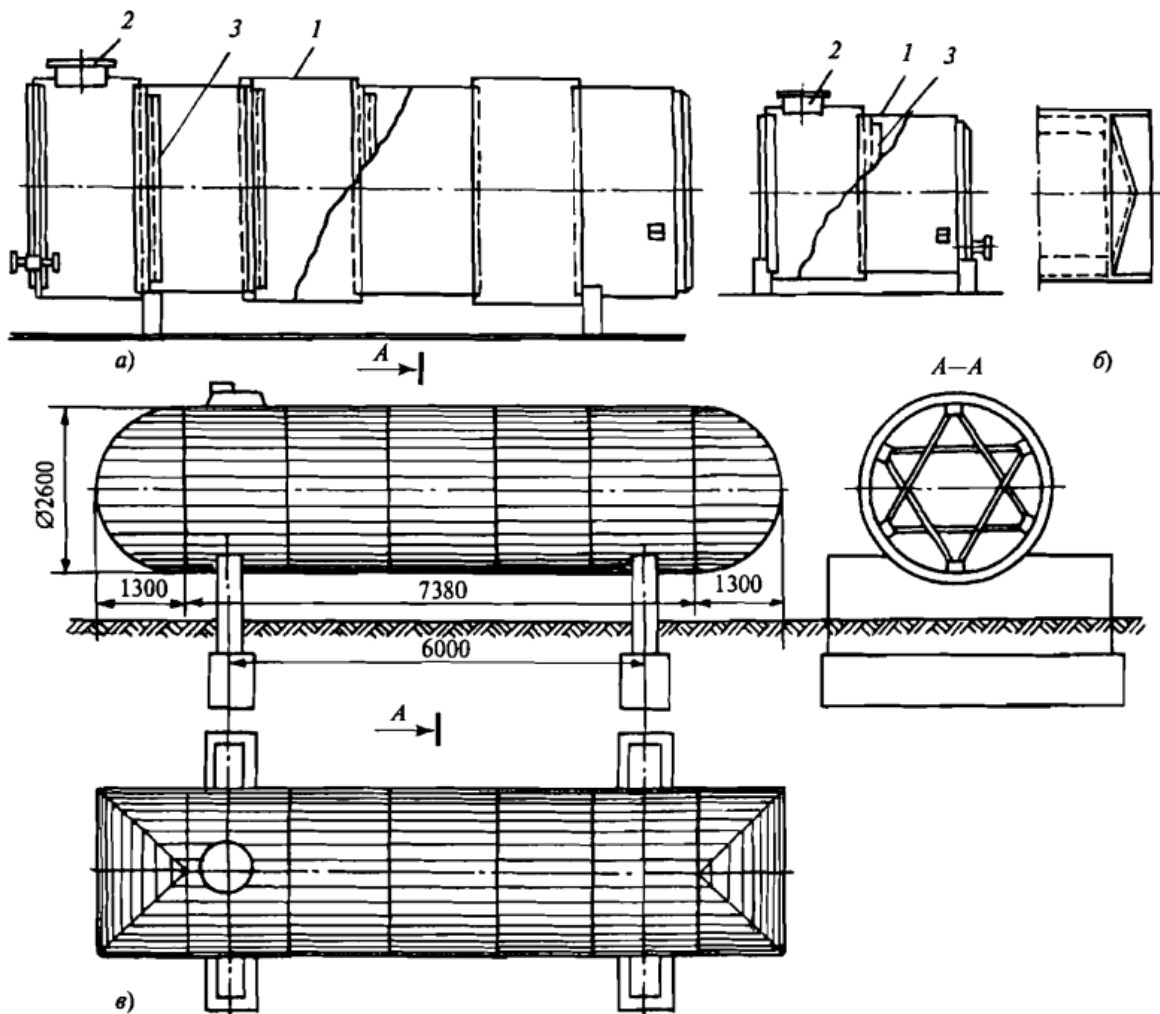


Figure 1.2.10 Horizontal steel tanks

a) with flat bottoms; b) with conical bottoms; c) with cylindrical bottoms.

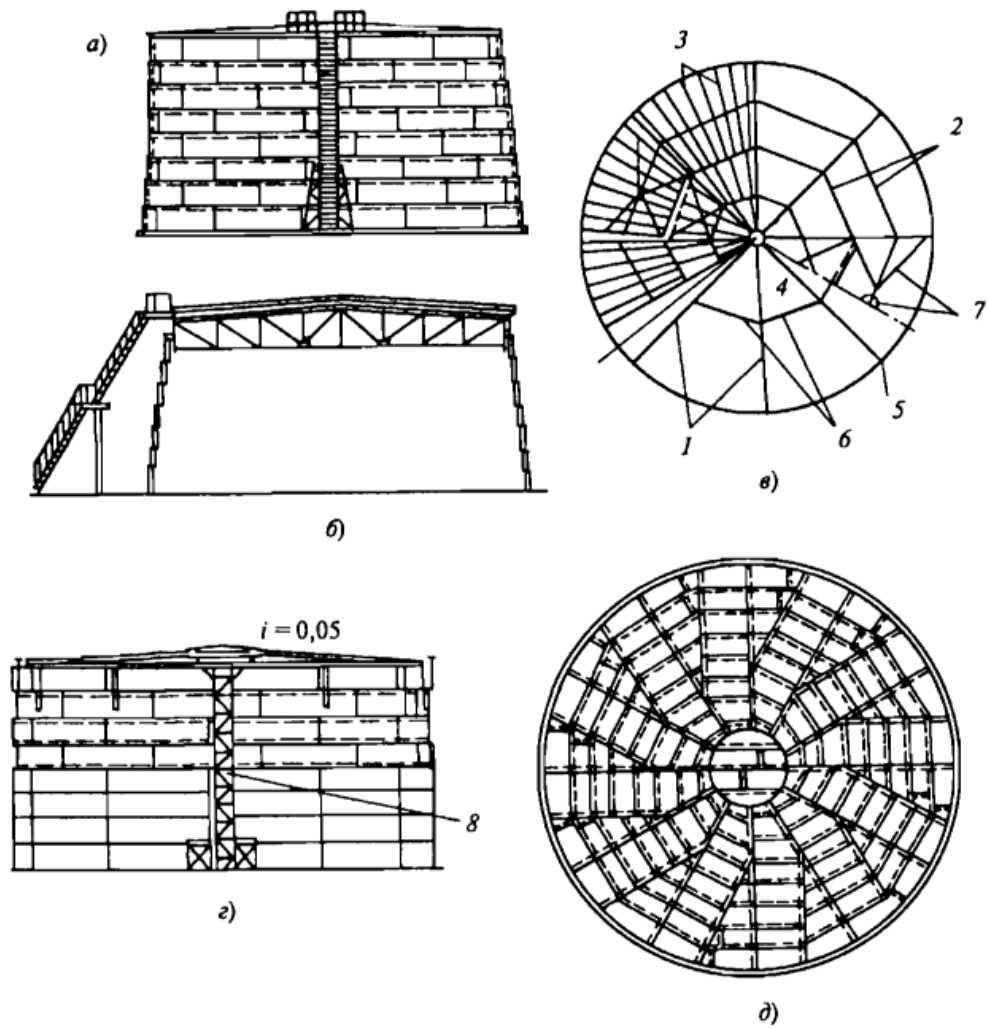


Figure 1.2.11 Steel vertical cylindrical tanks

a - made by polistovym way (front view); 6-the same (section); b-the same (plan of covering the tank); g - with a rolled bottom and body, a panel roof and a lattice rack (vertical section); d — the same (plan of covering boards with a straight cut).

Metal tanks are mainly installed at oil refineries, agricultural facilities, and in fuel oil farms of boiler houses.

Reinforced concrete tanks are mainly installed at heat stations. They are more durable and more fireproof see figure 1.2.12.

The structural diagram of the rubber-fabric tank is shown in figure 1.2.13. This type of tank has a small capacity (up to 50 cubic meters) and is intended for transporting fuel oil.

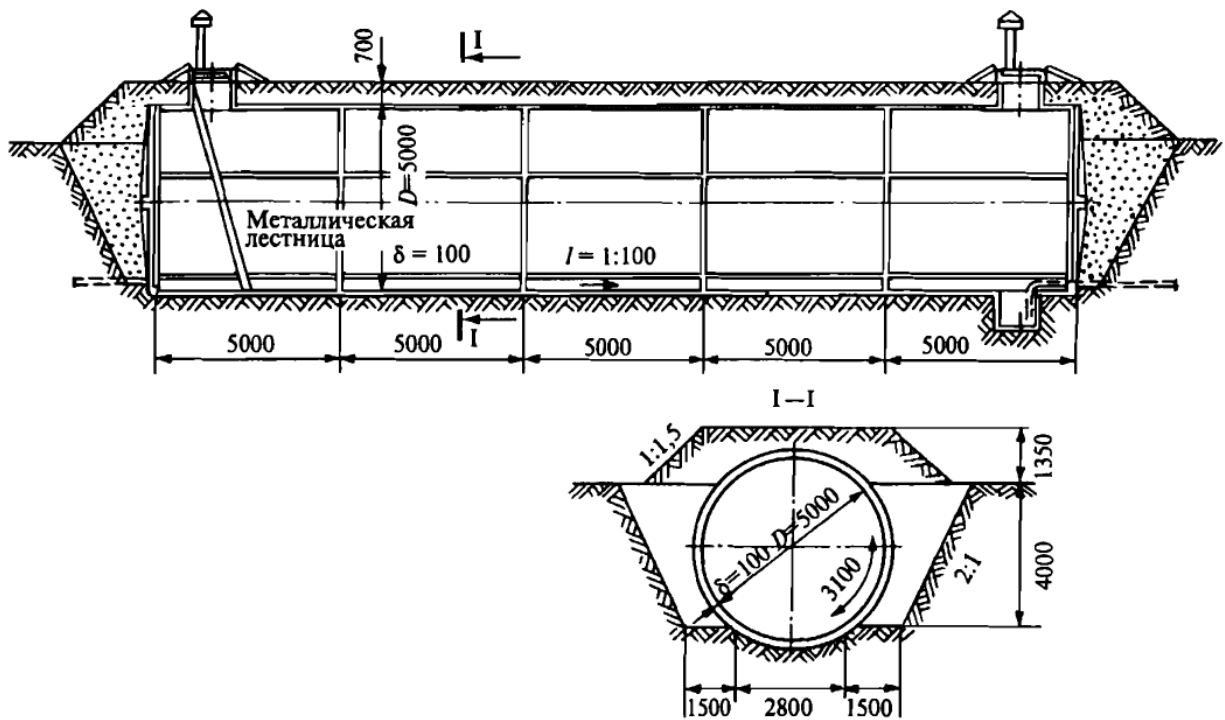


Figure 1.2.12 Precast reinforced concrete horizontal buried tank with a capacity of 500 cubic meters

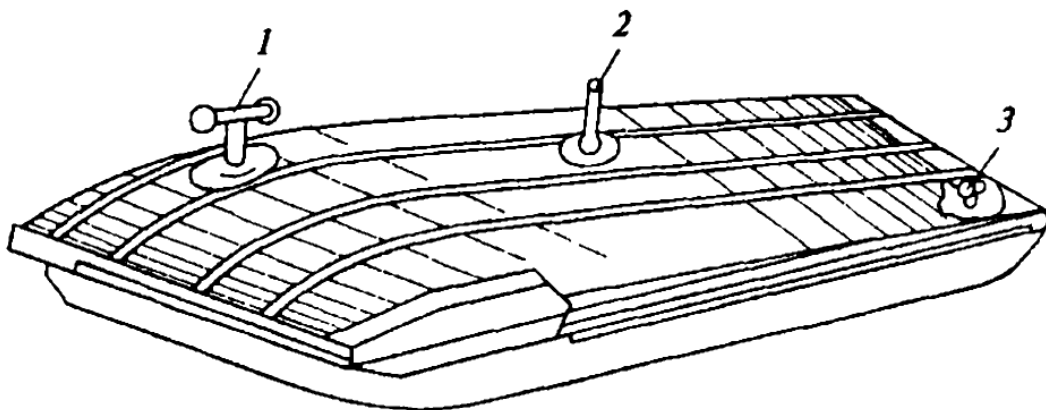


Figure 1.2.13 Rubber fabric tank
1-connecting pipe; 2-air tube; 3-draining neck.

1.3 Methods of heating fuel oil, algorithm and standard method of thermal calculation.

Heating of fuel oil can be carried out using steam or static heaters, circulation heating (remote individual heaters), vibration heaters, rotating screw heaters and electric motors. For an example of the location of a local coil heater, see the picture:

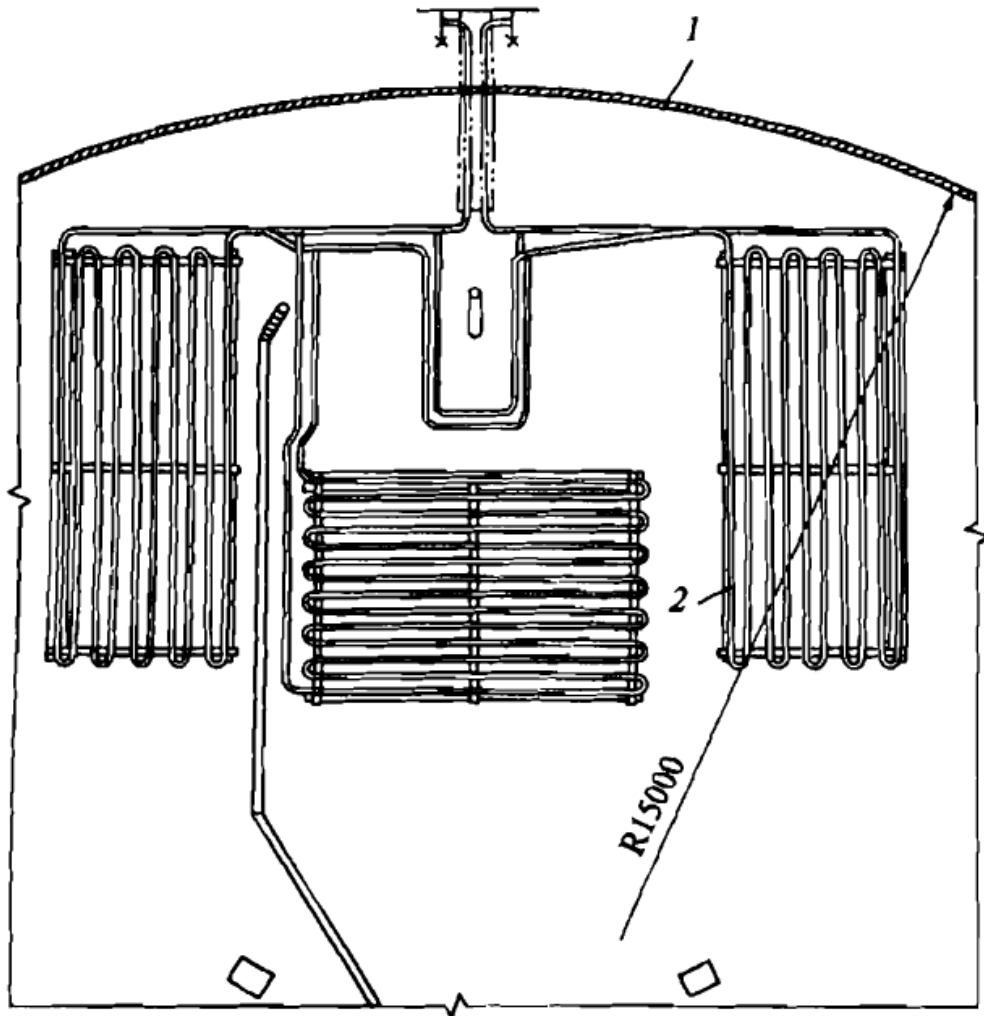


Figure 1.3.1 Location of the local coil heater in a reinforced concrete tank
1-tank; 2-heater.

The purpose of thermal calculation is to determine the required surface area of the heater (heating elements or sections) and (or) the required flow rate of the heat carrier (steam, circulating heated fuel oil). The calculation of thermal processes can be divided into two main stages.

At the first stage, the necessary amount of heat is considered to cover the losses of waste to the environment.

At the second stage the heating method is calculated in order to determine the characteristics of the heat exchange equipment that performs this heating.

1.4 Storage of fuel for thermal power plants and boilers, their energy saving

Currently, studies of fuel oil facilities have shown that large energy consumption is required for heating fuel oil. On fuel-oil farms of GRES with a capacity of 2500 MW, the steam consumption in the cold period of the year was 220 t / h, for heating and 125 t / h for draining fuel oil. If you reduce the steam consumption by at least 1%, it will be equivalent to saving 1000T of fuel oil per year. Large energy losses occur due to preheating and continuous maintenance of the fuel oil temperature of 60-70 degrees during its storage (and selection for the boiler) in the fuel storage tanks of thermal power plants and in the tanks of industrial and heating boilers.

According to the normative data of thermal power plants and thermal networks, the fuel reserve should provide fifteen daily operation of power plants with a minimum load, so the capacity of fuel oil warehouses is 250 thousand tons or more, and the duration of storage of fuel oil is 6 months. In the future, the construction of basic fuel storage facilities with an emergency fuel reserve for some power plants will lead to an increase in fuel oil reserves and the duration of its storage, and subsequently increase the loss of heat from the main fuel oil reservoirs.

In the fuel economy, in the main fuel oil reservoirs of TPP, circular heating of fuel oil is used, which has great disadvantages due to energy consumption. With this heating, a uniform temperature field is formed in the volume of fuel oil. It follows that in General, the tank wall is formed by a large temperature pressure of fuel oil-air, which leads to a large loss of heat to the environment, compared to the losses caused when heating fuel oil using stationary heaters.

Power consumption, when pumping fuel oil with circulating heating, is also significantly significant. When circulating heating of fuel oil in the tank, the steam consumption is 2 times greater than when it is heated using stationary heaters. Local fuel oil heaters are the most economical, as they reduce heat loss from the top of the tank.

The most effective electric heating of reservoirs and electric wires for gas-and-oil thermal power plants, with electric heating, the efficiency is 3 times higher than with steam heating. Electric heating eliminates fuel oil flooding, which reduces the efficiency of boilers to automate this process is quite affordable. Unfortunately, the problem of extended introduction of electric heating in the operation of fuel oil farms of thermal power plants and boiler houses has not yet been solved.

There is another problem – this is the underheating of fuel oil in the heaters before the boiler. Sometimes the TPP is allowed to supply steam with low parameters, which leads to underheating of fuel oil, and then you have to install additional heaters, which leads to an increase in steam consumption. And this is an additional cost for installing fuel oil heaters.

In the main fuel oil storage tanks of TPP and boiler houses, a high temperature level, respectively, leads to significant losses of fuel oil (up to 0.3 – 9.6% of the tank volume per year) and to significant atmospheric air pollution due to the evaporation of fuel oil from the fuel surface in the tank.

1.5 Methods for reducing heat losses in the fuel economy

Since 1960 more attention has been paid to the problems of heat loss from the main storage tanks.

To save energy when storing fuel oil in the main reservoirs of the TPP, a method of cold storage of fuel oil has been tested and proposed. This method will not cause losses during evaporation of fuel oil, which will improve the environmental situation in the TPP area.

But still, this method of storage has some disadvantages. Heating the tank to the standard level, after a long cold storage of fuel oil, takes quite a long time 30-80 hours or more. This circumstance does not ensure a rapid transition of the thermal power plant to burning fuel oil when the gas supply is suddenly stopped. In our time, with the possibility of various terrorist attacks or accidents, this is a significant disadvantage. The cold storage method should be used everywhere for fuel oil tanks that are in deep reserve.

Tests at a number of thermal power plants have shown that solidified fuel oil can be extracted into the boiler by means of ejection using high-temperature jets of fuel oil, which is fed to the tank from an external source. Failure to heat fuel oil in the main tanks will lead to the exclusion of all heat costs for heating.

It is recommended to reduce the temperature of fuel oil, which is supplied from the fuel storage facilities to the boiler TPP, to 50 degrees. Heating of fuel oil up to 120 degrees should be carried out in heaters that are installed in the boiler shop, directly at each boiler. In this regard, the heat loss for heating fuel oil can be reduced by 2 times.

Reducing the temperature of fuel oil in the tanks will reduce the loss of heat and fuel by evaporation, as well as the rate of deposition of coke.

One of the main reserves of energy saving is thermal insulation of power equipment. Over time, it "ages", changes its structure, and becomes polluted. All this, combined with untimely repairs and monitoring of its condition, leads to an increase in heat loss. For example, heat loss can be up to 40 % due to poor insulation quality. This is 3-5 times more than in developed European countries.

More than 25 years ago, the energy industry abroad refused to select insulation parameters based on universal tables. The requirements for insulation parameters have significantly increased with the increase in energy costs. In the United States and other countries, the thickness of thermal insulation is determined for each specific object. In the early 80's, the optimal thickness was 60%

more than previously used in the United States. In these years, polyurethane foam was actively used, it is able to reduce heat loss by 2.5 times.

The free surface of liquid combustible industrial products is heat-insulated in foreign practice. It is also necessary to insulate the free surface of fuel oil in the domestic energy industry, since heat and fuel losses from this surface occur due to evaporation and convection.

Now it is necessary for the whole country to introduce new energy-saving technologies that can reduce losses on heating fuel oil, since the use of fuel oil is very important for stations and boilers where it is stored as a reserve fuel.

1.6 The viscosity of fuel oil

Fuel oil is generally defined in the same way as the oil from which it is produced based on this its properties have a wide range depending on the method of production and the field.

Viscosity is a very important parameter, because it affects the process of pumping fuel oil. The more viscous the fuel oil is the more effort you need to spend on moving it and therefore spend more energy.

When circulating heating, pumps are used that pump fuel oil, providing heating of non-heated areas by convection, respectively, the viscosity index significantly affects the operation of the pumps. In most cases, centrifugal pumps are installed, which allows reducing the temperature of fuel oil to more acceptable values.

The viscosity of fuel oil depends mainly on the temperature. Before burning, fuel oil is heated precisely to increase the viscosity.

References

1. Olimpiyev, V. V., energy Savings and financial costs for the main fuel oil tank farms, power plants and boilers // Heat power engineering. 2003. No. 9. Pp. 40 — 45.
2. Nazmeev Yu. G. Fuel oil farms of TPP. - M.: publishing house of MEI, 2002. - 612s.
3. GOST 10585-75. Oil fuel. Masut. Technical conditions. Moscow: publishing house of standards, 1982. - 6s.
4. V.Yu. Polovnikov, E.V. Gubina, Heat and Mass Transfer in a Wetted Thermal Insulation of hot Water Pipes Operating Under Flooding Conditions // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2014.
5. J. N. Reddy An Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis (Oxford University Press, New York, 2004).
6. S. Korniyenko, Evaluation of thermal performance of residential building envelope, Procedia Engineering. 117, 1 (2015).
7. A.L. Garcia, Numerical methods for physics (Prentice Hall, New York, 2000).