

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический
Специальность 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Кафедра Атомных и тепловых электростанций

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Установка для измерения теплопроводности материалов методом цилиндра УДК 621.1.016.7.001.24

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5012	Карташев Илья Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	Ю.Я. Раков	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	С.И. Сергейчик	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Ю.А. Амелькович	к.т.н., доцент		

По разделу «Автоматизация технологических процессов и производств»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры автоматизации технологических процессов	В.С. Андык	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры АТЭС	М.А. Вагнер	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ОПП

Код резул ь- тата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
	Универсальные компетенции	
P1	Использовать методологические основы современной картины мира для научного познания и творчества, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК- 1, ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Анализировать социально-значимые процессы и явления, экономические проблемы и общественные процессы, ответственно участвовать в общественно-политической жизни, применять методы социального взаимодействия на основе принятых моральных и правовых норм	Требования ФГОС (ОК-2, 5, 9), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и публично защищать результаты, владеть методами пропаганды научных достижений	Требования ФГОС (ОК-3 – 5), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Использовать системный подход в профессиональной деятельности, ставить цели и выбирать пути их достижения, обобщать, анализировать, критически осмысливать, систематизировать	Требования ФГОС (ОК-6, ПК-1), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни, непрерывному самосовершенствованию, развитию социальных и профессиональных компетенций, использовать полученные знания для обучения и воспитания новых кадров	Требования ФГОС (ОК-7 ПК-3), Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
Р6	К достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности и должного уровня безопасности жизнедеятельности, в том числе, защиты персонала и населения от последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	Требования ФГОС (ОК-8; ОПК-1, ПК-7, 19), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р7	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе, многонациональном, принимать ответственность за свои решения, в том числе, нестандартные, управлять коллективом, находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях	Требования ФГОС (ОК-10, 13, 14, ПК-3), Критерий 5 АИОР (пп.2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р8	Использовать информационные технологии для работы с информацией, управления ею и создания новой информации; работать с информацией в глобальных компьютерных сетях, осознавать и соблюдать основные требования информационной безопасности	Требования ФГОС (ОК-12, ПК-2, 6, 13, 26, ПСК-1.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Профессиональные компетенции		
Р9	Понимать значимость своей специальности, стремиться к ответственному отношению к своей трудовой деятельности, демонстрировать особые компетенции, связанные с уникальностью задач, объектов в области проектирования и эксплуатации АС	Требования ФГОС (ПК-4), Критерий 5 АИОР (п. 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р10	Использовать глубокие математические, естественнонаучные знания в профессиональной деятельности с применением математического моделирования объектов и процессов в области проектирования и эксплуатации АС	Требования ФГОС (ОК-1, ПК-9 – 11), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованные с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
P11	Проводить <i>инновационные</i> научные исследования систем и оборудования атомных электрических станций и ядерных энергетических установок, участвовать во внедрении результатов исследований	Требования ФГОС (ОПК-2, ПК-5, 9, 14, 15, 16), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Анализировать и использовать научно-техническую информацию, формулировать цели проекта, ставить и решать инновационные задачи <i>комплексного</i> инженерного анализа в области проектирования и эксплуатации АС	Требования ФГОС (ПК-12; 17, 20), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P13	Выбирать, создавать и использовать оборудование атомных электрических станций и ядерных энергетических установок, средства измерения теплофизических параметров и автоматизированного управления, защиты и контроля технологических процессов	Требования ФГОС (ОПК-3, ПК-18), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P14	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок систем и оборудования АС и ядерных энергетических установок, готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений, выполнять <i>инновационные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и</i> специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов с учетом принципов и средств обеспечения ядерной и радиационной безопасности	Требования ФГОС (ПК-20, 21, 23 – 25, ПСК-1.5, 1.6, 1.8, 1.10), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P15	Разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в области проектирования АС	Требования ФГОС (ПК-22), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
		<i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P16	Анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, диагностики, управления и защиты, проводить нейтронно-физические, теплогидравлические и прочностные расчеты оборудования АС и его элементов в стационарных и нестационарных режимах работы	Требования ФГОС (ПК-27, 28, ПСК-1.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международными стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P17	Делать оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и другими отходами	Требования ФГОС (ПК-29), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международными стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P18	Применять основы обеспечения оптимальных режимов работы ядерного реактора, тепломеханического оборудования и энергоблока АС в целом при пуске, останове, работе на мощности и переходе с одного уровня мощности на другой с соблюдением требований безопасности, выполнять типовые операции по управлению реактором и энергоблоком на функционально-аналитическом тренажере	Требования ФГОС (ПК- 28, 10, 11, , ПСК-1.14, 1.15), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международными стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P19	Анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования АС применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АС	Требования ФГОС (ПК-13,14), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международными стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P20	Осуществлять и анализировать технологическую деятельность как объект управления, организовывать рабочие места, обеспечивать их техническое оснащение, размещать технологическое оборудование, контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживать технологическое оборудование,	Требования ФГОС (ПСК-1.9), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международными стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО, критериев и/или заинтересованных сторон
	исследовать причины его неисправностей, принимать меры по их устранению	
P21	Составлять техническую документацию и организовывать экспертизу технической документации, составлять установленную отчетность по утвержденным формам, управлять малыми коллективами исполнителей, планировать работу персонала и фонды оплаты труда	Требования ФГОС (ПСК-1.9), Критерий 5 АИОР (пп. 2.2, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P22	Выполнять работы по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов ядерных энергетических установок, проводить анализ производственных затрат на обеспечение необходимого качества продукции	Требования ФГОС (ПСК-1.11), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P23	Составлять и использовать тепловые схемы и математические модели процессов и аппаратов ядерно-энергетических и тепломеханических установок различных типов АС, готовить исходные данные для расчета тепловых схем	Требования ФГОС (ПСК-1.1, 1.3, 1.7), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P24	Проводить физические эксперименты на этапах физического и энергетического пуска энергоблока с целью определения нейтронно-физических параметров реакторной установки и АС в целом	Требования ФГОС (ПСК-1.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P25	Применять на практике принципы организации эксплуатации современного оборудования и приборов АС, понимать принципиальные особенности стационарных и переходных режимов реакторных установок и энергоблоков и причины накладываемых ограничений при нормальной эксплуатации, при её нарушениях, при ремонте и перегрузках	Требования ФГОС (ПК-8, ПСК-1.12, 1.13), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический
Специальность подготовки **140404 Атомные электрические станции и установки**
Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АТЭС ЭНИН
А.С. Матвеев

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5012	Карташев Илья Владимирович

Тема работы:

Установка для измерения теплопроводности материалов методом цилиндра

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

18.01.17

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Конструирование и расчет установки для измерения теплопроводности материалов методом цилиндра.

					ФЮРА.XXXXXX.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы для изучения методов исследования теплопроводности 2. Постановка задачи 3. Разработка принципиальной схемы установки 4. Расчет основных элементов установки 5. Проектирование лабораторного стенда
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Принципиальная схема установки, сборочный чертеж вакуумной камеры, компоновочный чертеж лабораторного стенда</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Сергейчик С.И., доцент кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Амелькович Ю.А., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Автоматизация технологических процессов	Андык В.С., доцент кафедры автоматизации технологических процессов

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АТЭС	Раков Ю.Я.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5012	Карташев Илья Владимирович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5012	Карташеву Илье Владимировичу

Институт	Энергетический	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Линейный график выполнения работ, сетевой график</i>
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.10.16
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Сергейчик С. И.	к.т.н.		10.10.16

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5012	Карташев И.В.		10.10.16

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5012	Карташеву Илье Владимировичу

Институт	Энергетический	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность
 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты;
- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты).

2. Экологическая безопасность:

- защита селитебной зоны
- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
- анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
- анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);

<ul style="list-style-type: none"> – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5012	Карташев Илья Владимирович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 84 с., 12 рис., 17 табл., 27 источников.

Ключевые слова: теплопроводность, коэффициент теплопроводности, стационарный метод цилиндрического слоя, метод цилиндра, метод радиального потока, вакуум.

Объектом исследования является лабораторная установка для изучения свойств теплопроводности твердых и сыпучих материалов по методу цилиндра.

Целью работы является проектирование экспериментальной установки для определения коэффициента теплопроводности твердых и сыпучих материалов по методу цилиндрического слоя, а также проведение экспериментов по определению коэффициента теплопроводности металлического образца.

В процессе выполнения работы была спроектирована и собрана экспериментальная установка, спроектирована схема автоматического поддержания температуры в печи установки. Также рассмотрены вопросы пожарной, производственной безопасности, электробезопасности.

Данная экспериментальная установка может применяться в любой отрасли техники, а также для проведения лабораторных работ по дисциплине «Тепломассообмен в энергетическом оборудовании».

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

Теплопроводность – процесс распространения тепловой энергии при непосредственном соприкосновении отдельных частиц тела, имеющих различные температуры.

Коэффициент теплопроводности - коэффициент учитывающий количество теплоты, проходящее через однородный образец материала единичной длины и единичной площади за единицу времени при единичной разнице температур. В системе СИ единицей измерения коэффициента теплопроводности является Вт/(м·К).

Плотность теплового потока – количество теплоты, проходящее в единицу времени через единицу площади изотермической поверхности. Единица измерения коэффициента теплопроводности является Вт/м².

Степень черноты – энергетическая характеристика тела, равная отношению энергии теплового излучения данного тела, к излучению 'абсолютно черного тела' при той же температуре. Коэффициент излучения абсолютно черного тела $\varepsilon = 1$.

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	16
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	17
2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА МЕТОДА	26
2.1 Математическая постановка задачи.....	26
3. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ	26
4. КОНСТРУКЦИЯ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ	26
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	26
5.1 Тепловой расчет печи экспериментальной установки.....	26
5.2 Расчет прочности стенки вакуумной камеры.....	26
5.3. Расчет системы охлаждения стенки камеры	26
6. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА.....	26
7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ	26
7.1. Планирование НИР	27
7.2 Смета расходов на выполнение НИР	33
7.2.1 Расчет затрат на заработную плату	33
7.2.2 Расчет затрат на наладку оборудования	33
7.2.3 Расчет затрат на расходные материалы	34
7.2.4 Расчет затрат на комплектующие	34
7.2.5 Расчет затрат на оборудование.....	35
7.2.6 Расчет стоимость основных средств.....	36
7.2.7 Смета расходов на выполнение НИР	37
8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	38

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		14

8.1. Производственная безопасность	38
8.1.1 Анализ выявленных вредных факторов	38
8.2. Экологическая безопасность.....	39
8.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	39
8.3.1 Пожарная безопасность.....	39
8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	39
8.4.1 Правовые нормы трудового законодательства	39
8.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	39
9. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	39

ГРАФИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ:

ФЮРА.ХХХХХХ.002 СЗ. Принципиальная схема установки.

ФЮРА.ХХХХХХ.003 СБ. Вакуумная камера. Сборочный чертеж.

ФЮРА.ХХХХХХ.004 МЧ. Компоновочный чертеж проектируемого лабораторного стенда.

ФЮРА.ХХХХХХ.005 С2. Функциональная схема регулирования температуры печи.

Сетевое планирование и управление созданием лабораторного стенда.

Демонстрационный лист.

Детализированный чертеж основных элементов камеры. Демонстрационный чертеж

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире с ростом технологического прогресса во всех областях науки и промышленности возрастает всё большая необходимость измерения теплопроводности различных материалов. Особенно важны измерения теплопроводности в проведении научно-исследовательских работ, в энергетике, металлургии, строительстве и многих других сферах.

Существует большое количество методов по исследованию теплофизических свойств материалов как довольно простых и легко реализуемых, так и достаточно сложных и трудоемких.

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается стационарный метод измерения коэффициента теплопроводности методом цилиндрического слоя. На основе данного метода производится расчет и проектирование лабораторной установки.

Метод стационарного цилиндрического слоя или просто метод цилиндра нашел широкое распространение при изучении теплопроводности различных материалов – металлов, огнеупоров, диэлектриков и др. Достоинство данного метода заключается в том, что образец, окружая нагреватель, защищает его от тепловых утечек в сторону от радиального направления теплового потока. Опасен лишь теплоотвод с торцевых поверхностей, но этот вопрос легко решается, если использовать относительно длинные цилиндрические образцы и специальные охранные приспособления.

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Разнообразие конструкций и типов установок, в которых используют стационарный метод цилиндра, определяются в основном созданием и способом измерения теплового потока через образец, перепада температур на нем, а также ограничением или учетом бокового теплообмена [1].

Определение коэффициента теплопроводности методом радиального теплового потока требует исключения торцевых потерь тепла, что достигается выбором соответствующей длины исследуемого образца, теплоизолярованием его торцов или наличием компенсационных нагревателей [2]. Использование достаточно длинных образцов не всегда доступно или целесообразно. Поэтому обычно используют тепловую защиту торцов, и для уменьшения возможных осевых перетечек тепла образец по длине делают составным. Последнее способствует исключению осевых потоков из-за наличия высоких контактных термических сопротивлений. Условие бесконечности цилиндра практически выполняется при выборе отношения длины образца к его диаметру, равного или большего 5-10.

Обычно теплоперепады температур задаются с помощью электрических нагревателей. Нагреватели могут быть расположены как внутри, так и снаружи образца, или с двух сторон. Тепловой поток определяется по электрической мощности нагревателей. На рисунке 1 приведена схема расположения нагревателей для нагрева образцов [2].

Первые измерения на простейших установках стационарным методом на цилиндрических образцах с внутренним осевым нагревателем были проведены ещё в начале XX века [2]. В дальнейшем многие исследователи усовершенствовали этот метод.

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

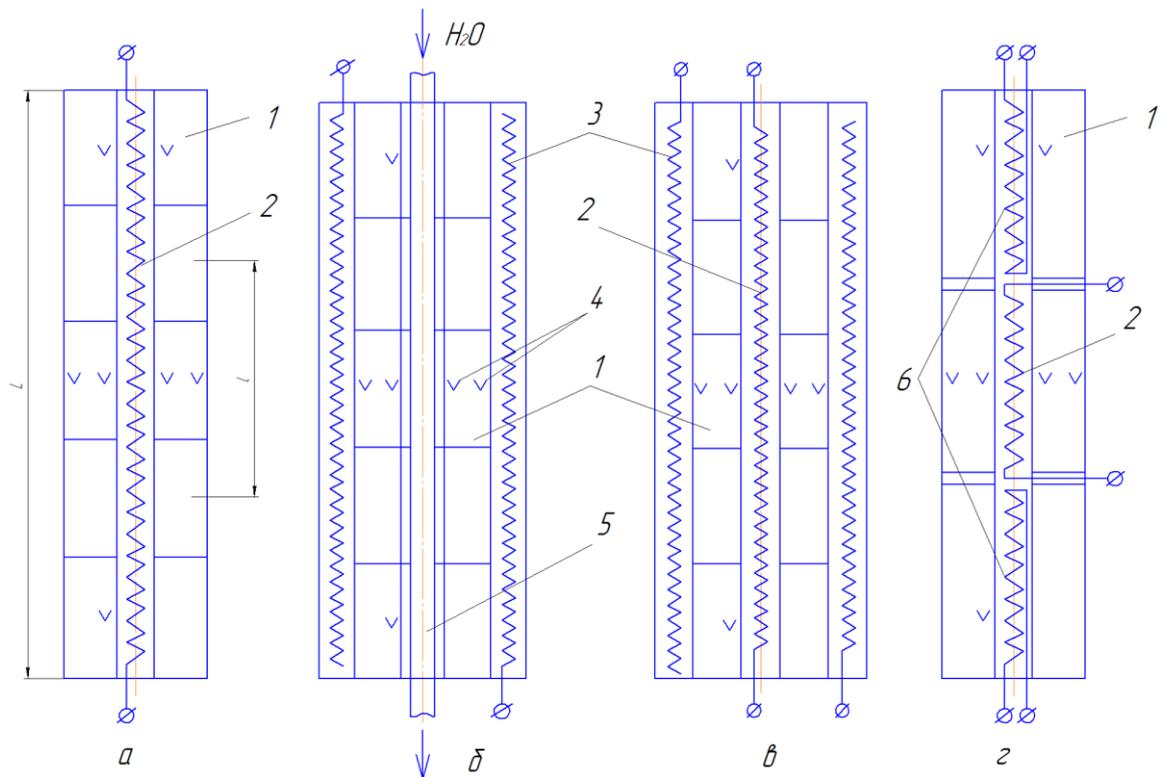


Рисунок 1 - Схема расположения нагревателей для нагрева образцов
 1 – образец; 2 – осевой нагреватель; 3 – радиальный нагреватель; 4 – термопары; 5 – трубка водяного охлаждения; 6 – охранные нагреватели.

Простейший прибор для исследования теплопроводности изоляционных материалов при температурах до 300 °С изображен на рисунке 2.

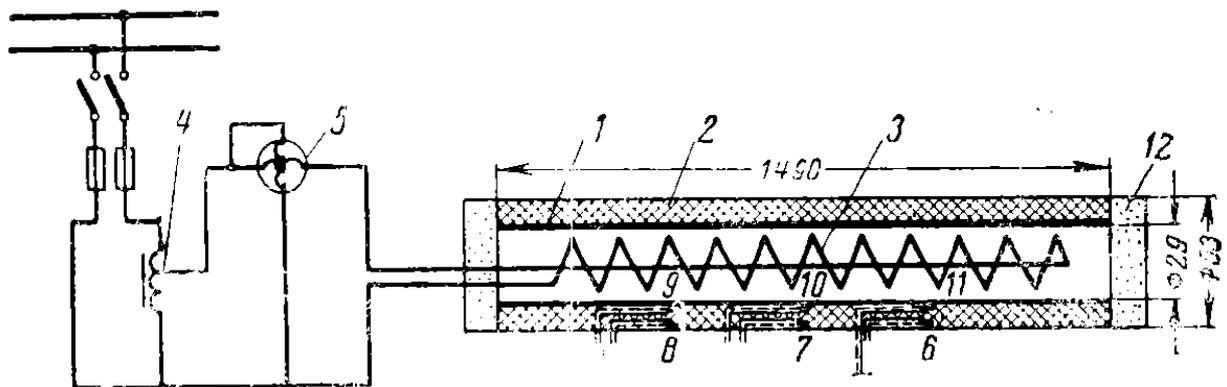


Рисунок 2 – Схема опытной установки по методу цилиндрического слоя до температур 300 °С [3].

1 – труба; 2 – исследуемый материал; 3 – электрический нагреватель; 4 – автотрансформатор; 5 – ваттметр; 6-11 – термопары; 12 – тепловая изоляция.

Установка представляет собой металлическую трубу 1, на наружной поверхности которой помещается исследуемый слой изоляционного материала 2 [3]. Длина трубы составляет 1490 мм, цилиндрический слой исследуемого материала имеет внутренний диаметр 29 мм, наружный – (с токопроводами 4) 53 мм. Внутри трубы заложен осевой электрический нагреватель 3, создающий равномерный обогрев. Ток регулируется лабораторным автотрансформатором, а расходуемая мощность измеряется точным ваттметром.

Температуры исследуемого материала измеряются термопарами, горячие спаи которых заложены на наружной (6, 7, 8) и на внутренней (9, 10, 11) поверхностях изоляционного слоя. Слой изоляции плотно прилегает к поверхности трубы, поэтому термопары, которыми измеряется температура внутренней поверхности слоя, заделываются на поверхности трубы. Для этого в стенке трубы протачиваются канавки шириной 1 – 1,5, глубиной 0.5-0.8 и длиной 10-50 мм. Канавки для термопар располагаются вдоль образующих опытной трубы.

Термо-э.д.с. термопар измеряются с помощью потенциометра. Термопары подключаются к потенциометру через переключатель.

Одномерность теплового потока обеспечивается в опытной установке выбором длины трубы, значительно большей, чем её внешний диаметр (отношение их приблизительно равно 30). Кроме того, торцы трубы защищаются тепловой изоляцией 12, а измерительные термопары устанавливаются в средней части трубы.

Коэффициент теплопроводности исследуемого материала вычисляется по уравнению теплопроводности, которое в развернутой форме имеет вид [3]:

$$\lambda = \frac{Q \cdot \ln(d_2 / d_1)}{2\pi l \cdot (t_{c1} - t_{c2})}, \quad (1.1)$$

где t_{c1} и t_{c2} берутся как средние арифметические значения из показаний нескольких термопар;

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

λ относится к температуре

$$t_{cp} = \frac{t_{c1} + t_{c2}}{2} . \quad (1.2)$$

Необходимость исследования материалов при более высоких температурах привела к модернизации установок. Так в начале 60-х годов Пустоваловым В.В. был разработан прибор для определения теплопроводности огнеупоров до температур 1500 °С, с помощью которого было получено много экспериментальных данных [4]. Схема прибора приведена на рисунке 3.

Основание прибора 1 выполнено в виде массивного стального диска с вертикальным стержнем 2 для крепления остальных деталей. На стержне может свободно перемещаться и быть жестко закрепленной муфта 4 с двумя дисками-«лепестками». Один из дисков служит для установки испытуемого цилиндра, другой – для подготовительных работ, а при необходимости – для проведения одновременно второго опыта с независимым источником питания.

Испытуемая оболочка состоит из центрального образца 13 и двух симметрично расположенных надставок 12, 15. Образец и обе надставки имеют форму цилиндров диаметром 75 мм и высотой 65 мм с центральным отверстием диаметром 19-21 мм. В образце имеются два отверстия для термопар.

Выбранные размеры цилиндра (высота 280 мм, диаметр 65-75 мм, отношение высоты к диаметру 4,3-3,7) позволяют обеспечить одномерный цилиндрический тепловой поток в средней части образца.

А. Г. Харламовым была разработана установка, позволяющая определять теплопроводность монолитных и сыпучих материалов в различных газовых средах и в вакууме до температур 2000-2300 °К [2].

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

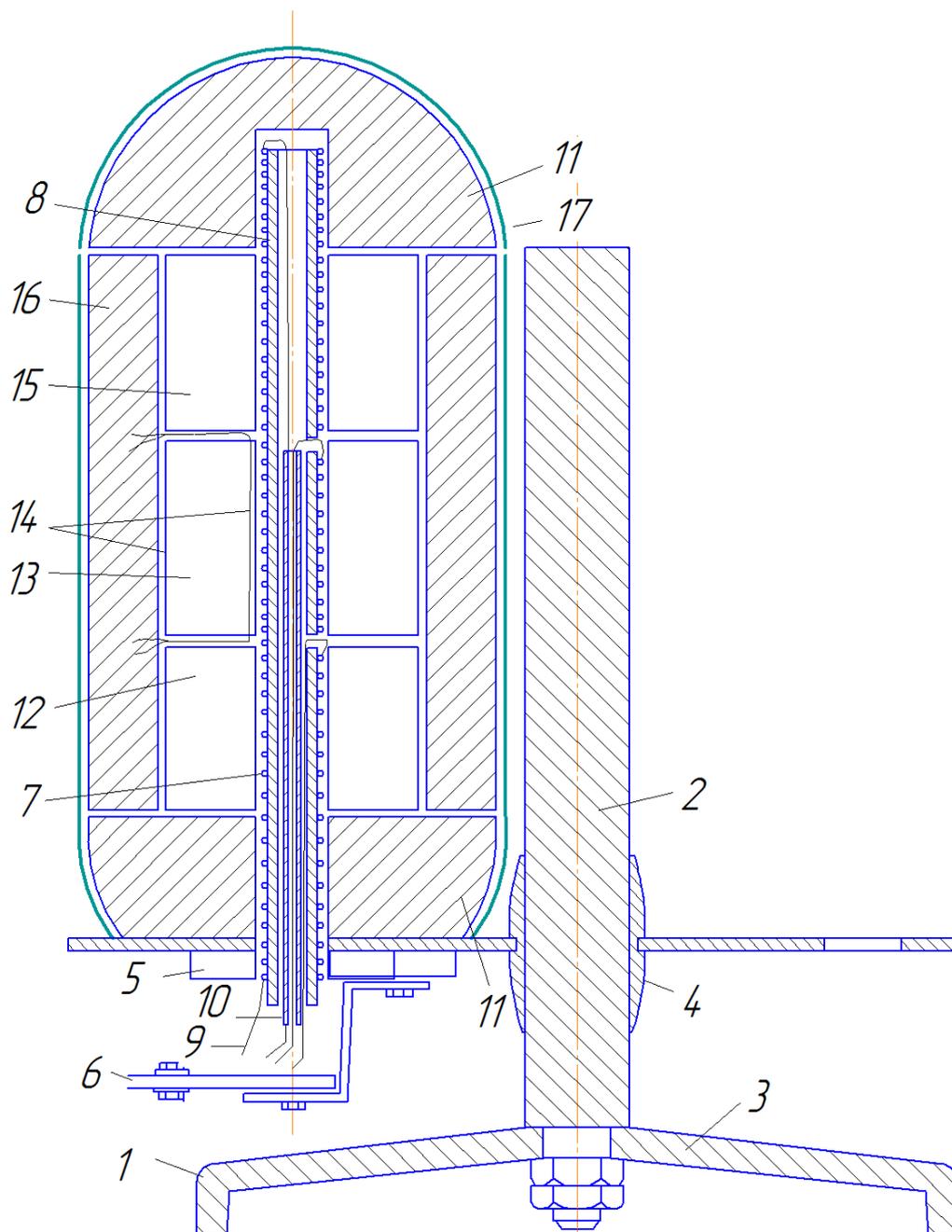


Рисунок 3 – Схема усовершенствованного прибора для определения теплопроводности огнеупорных материалов [4]:

1 – основание прибора; 2 – стержень; 3 – гайка крепления стержня к основанию; 4 – муфта с двумя «лепестками» для установки испытуемого цилиндра; 5 – зажим из асбоцемента для крепления нагревателя; 6 – панель с контактами; 7 – трубка-каркас нагревателя; 8 – нагревательная проволока; 9 – потенциометрические провода и провода питания; 10 – корундовая «соломка»; 11 – торцевая теплоизоляция; 12 – нижняя надставка; 13 – образец; 14 – термопары для измерения температурного перепада, помещенные в отверстия образца; 15 – верхняя надставка; 16 – теплоизоляционная футеровка; 17 – слой асбеста.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Роль осевого нагревателя в данной установке выполняет цилиндрический стержень диаметром 3-6 мм из вольфрама или молибдена. Нагревание образцов 3 производится при непосредственном контакте их с нагревателем 6 или (в случае электропроводных материалов) излучением. Исследуемый участок располагается в цилиндрическом разъемном кожухе 7, охлаждаемом водой, и крепится в вертикальной положении с помощью молибденовых контактов 2, соединяющих нагреватель с охлаждаемыми медными токоподводами (рисунок 4).

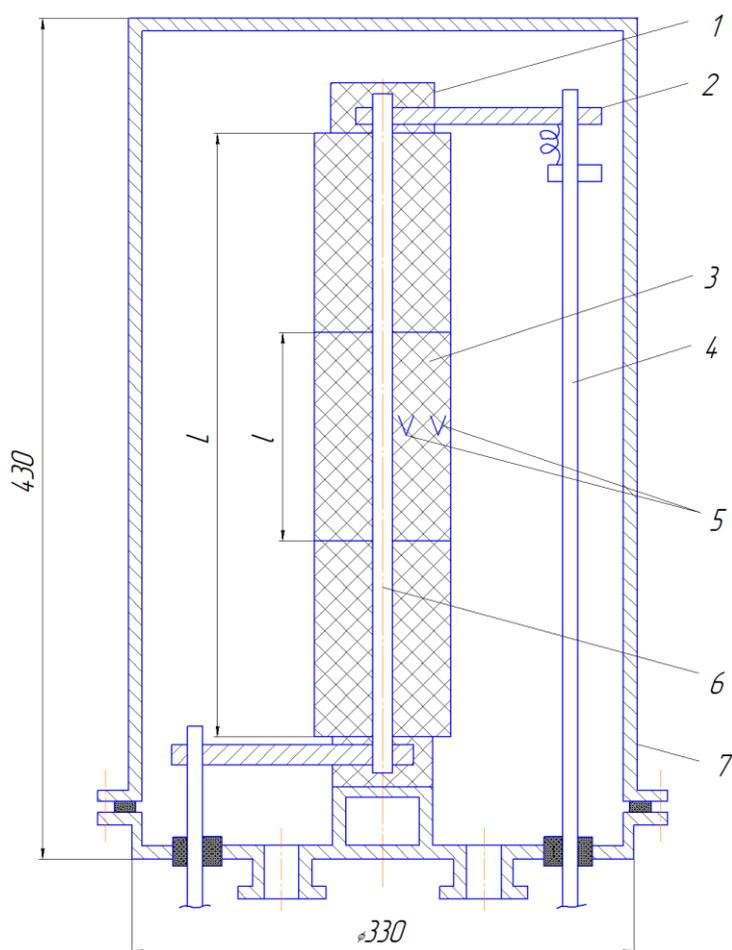


Рисунок 4 – Схема установки Харламова [2]:

1 – экранирующая шайба; 2 – контакты нагревателя; 3 – образцы; 4 – охлаждаемые токоподводы; 5 – термопары; 6 – нагреватель; 7 – цилиндрический разъемный кожух.

При этом верхний контакт может свободно перемещаться относительно охлаждаемого токоподвода в вертикальном направлении. Электропитание установки осуществляется от тигельной вакуумной

					ФЮРА.XXXXXX.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

электropечи типа ТГВ-1М. В качестве инертной среды обычно используется аргон. Для измерений в воздушной среде до 1000° К можно применять стальные нагреватели, а при более высоких температурах (до 2000° К) - нагреватели с покрытиями (например, молибден с защитным поверхностным слоем из $MoSi_2$). По высоте исследуемого участка L можно поместить три и более образцов 3. Горячие спаи термопар 5 располагаются в средней части центрального образца, а их выводы проходят по вертикальным каналам, близким к изотермическим поверхностям. Измерение падения напряжения V на участке нагревателя l производится с помощью проволочных молибденовых выводов диаметром 0,3 мм. По торцам сборка теплоизолируется шамотными шайбами 1.

В работе [5] была предложена следующая схема установки для измерения коэффициента теплопроводности металлов при температурах до 900 °С (рисунок 5).

Опытный образец выполняется в виде отдельных дисков. Нагревание опытного образца производится с внутренней стороны. Для этого используется осевой (центральный) нагреватель 1, выполненный из платиновой проволоки диаметром 0,6 мм, намотанной на фарфоровую трубку диаметром 5 мм. Для предупреждения смещения витков, а также для электрической изоляции нагреватель защищается плотно надеваемой кварцевой трубкой 2.

При измерении теплопроводности сталей при температурах 100-500 °С составной образец окружается электрической печью 11 с водяной рубашкой. Тепловая защита исследуемого образца с торцов осуществляется с помощью защитных дисков 5 и торцевых электрических нагревателей 1 и 7.

Измерение радиального перепада в опытном образце, а также контроль за распределением температуры по его длине производится при помощи термопар. Радиальный перепад температур измеряется дифференциальными термопарами на нескольких горизонтах образца. Опыты проводятся в инертной среде (аргон).

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Тепловой поток, проходящий через цилиндрический слой исследуемого материала, определяется по мощности, потребляемой центральным нагревателем. Мощность вычисляется по току и падению напряжения на измерительном участке.

Один из наиболее высокотемпературных вариантов метода радиального теплового потока осуществлен Райзером и Макклеландом [6]. В отличие от обычной схемы измерений внутри образца они помещали не нагреватель, а, наоборот, сток тепла - труба с проточной водой (рисунок 1, б). Нагрев же осуществлялся цилиндрической наружной печью.

Характеризуя методы радиального потока в целом, можно, пожалуй, отметить, что в отношении конструктивного осуществления и области температур, доступной для использования, эти методы не уступают методам осевого потока тепла, хотя и требуют несколько более сложной формы образцов.

С другой стороны применение метода цилиндрического слоя связано не только с трудностями устранения потерь тепла с торцевых поверхностей. К значительным трудностям метода относятся необходимость надежной центровки основного осевого нагревателя, создающего радиальный перепад температур в цилиндрическом слое исследуемого материала, которая требуется для создания равномерного обогрева внутренней поверхности образца, а также необходимость компенсации удлинений, возникающих вследствие термического расширения нагревателя.

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

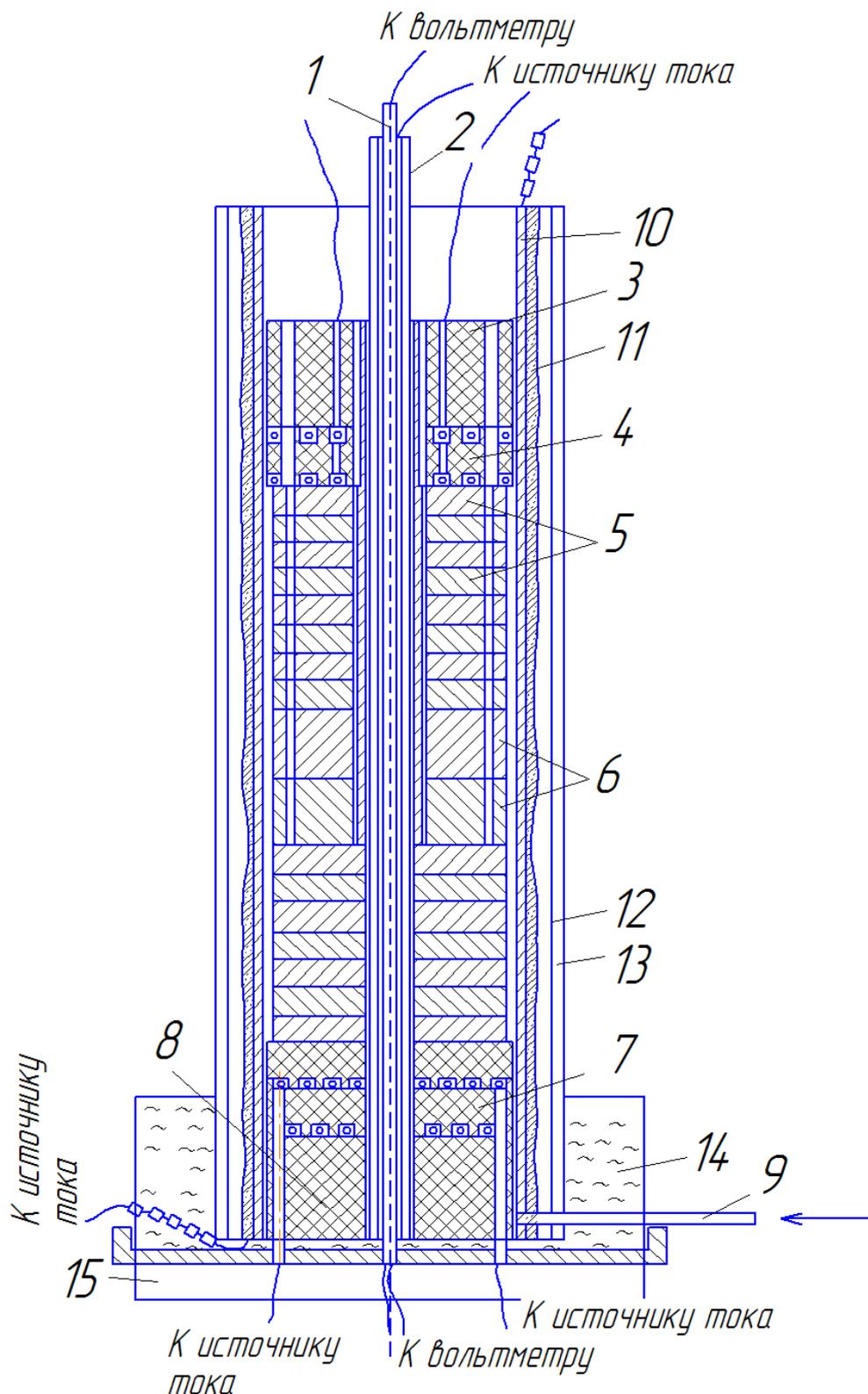


Рисунок 5 – Прибор для исследования теплопроводности металлов до температур 900°C [5]:

1 – центральный нагреватель; 2 – кварцевая трубка; 3, 8 – торцевые изоляторы; 4, 7 – торцевые нагреватели; 5 – защитные диски; 6 – испытуемые диски; 9 – подвод азота; 10, 11 – цилиндрическая печь; 12, 13 – алюминиевые кожухи; 14 – теплоизоляция.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА МЕТОДА

2.1 Математическая постановка задачи

3. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ УСТАНОВКИ

4. КОНСТРУКЦИЯ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

5.1 Тепловой расчет печи экспериментальной установки

5.2 Расчет прочности стенки вакуумной камеры

5.3. Расчет системы охлаждения стенки камеры

6. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

Целью данного является планирование научно-исследовательской работы, а именно составление перечня работ, необходимых для достижения поставленной задачи, определение участников каждой работы, установление продолжительности проводимых мероприятий, построение линейного графика и расчет затрат на проведение проекта.

7.1. Планирование НИР

Для определения сроков выполнения НИР необходимо создать календарный план работ, количество человек, участвующих в разработке НИР. Также при планировании работ важным этапом является разработка сетевого графика, т.е. некой модели, придерживаясь которой удастся выполнить все работы в рациональной последовательности и в срок.

В разработке научно-исследовательской работы должны участвовать три человека:

- руководитель;
- инженер;
- лаборант-техник.

Суммарное время выполнения НИР составляет ровно 100 дней (с сентября по 26 января).

Составим перечень работ, необходимых для достижения цели НИР – разработки экспериментальной установки, её конструирования и проведения научных экспериментов по определению коэффициента теплопроводности твердых материалов.

Так как на стадии планирования достоверной информации о продолжительности работ не имеется, зададимся минимальной и максимальной продолжительностью каждой из работ. Вероятностным методом определим ожидаемое время работы. Расчет ведется по следующей формуле:

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

$$t_{ож} = \frac{t_{\min} + 4 \cdot t_{нв} + t_{\max}}{6}, \quad (7.1)$$

где t_{\min} – минимальная продолжительность работы;

$t_{нв}$ – наиболее вероятная продолжительность работы;

t_{\max} – максимальная продолжительность работы.

Задаваясь значениями минимальной, наиболее вероятной и максимальной продолжительности работ, вычислим для каждой из работ ожидаемое время выполнения работы. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Список необходимых работ, их продолжительности и исполнителей

№	Наименование работы	Исполнители	$t_{ож}$	t_{\min}	$t_{нв}$	t_{\max}
			дни	дни	дни	дни
0-1	Обзор существующей литературы по теме НИР	Руководитель, инженер	3	2	3	4
1-2	Выбор метода решения задачи	Руководитель, инженер	1	0,5	1	1,5
2-3	Математическая постановка задачи	Руководитель, инженер	1	1	1	1
3-4	Анализ существующих установок	Руководитель, инженер	3	2	3	4
4-5	Составление принципиальной схемы экспериментальной установки	Руководитель, инженер	2	1	2	3
5-6	Расчет основного оборудования	Инженер	12	9	12	14
6-7	Расчет вспомогательного оборудования	Инженер	9	8	9	10
7-8	Выбор необходимого оборудования	Руководитель, инженер	4	3	4	6
8-9	Выполнение основных чертежей	инженер	4	3	4	6

Продолжение таблицы 1

9-10	Выполнение вспомогательных чертежей	инженер	5	3	5	8
8-13	Расчет стоимости оборудование и всей установки в целом	руководитель	1	0,5	1	1,5
13-14	Поиск и заказ комплектующих, материалов	Руководитель, лаборант	2	1	2	3
14-10	Закупка недостающего оборудования	Руководитель, лаборант	3	2	3	4
5-11	Выбор места под размещение оборудования	руководитель	1	0,5	1	1,5
11-12	Подготовка рабочего места для размещения установки	лаборант	10	3	10	17
12-10	Подвод коммуникаций к рабочему месту	лаборант	4	3	4	6
10-15	Изготовление нагревательных элементов установки	Инженер, лаборант	2	1	2	3
15-16	Изготовление основания под размещение образцов	инженер	3	2	3	4
16-17	Изготовление тепловых экранов	инженер	4	3	4	6
17-18	Изготовление платформы под размещение экспериментальной установки	инженер	4	3	4	6
18-22	Изготовление вакуумной камеры	инженер	5	3	5	8
15-19	Изготовление водяной рубашки	лаборант	5	3	5	8
19-20	Проверка работоспособности нагревателей	лаборант	2	1	2	3
20-21	Спайка измерительных термопар	лаборант	4	3	4	6
21-22	Расконсервация вспомогательного оборудования	Руководитель, лаборант	5	3	5	8
22-23	Установка основания, нагревательных элементов и проч.	Инженер, лаборант	2	1	2	3

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Продолжение таблицы 1

23-24	Монтаж вакуумной камеры на рабочую платформу	инженер	4	3	4	6
23-25	Подключение измерительного оборудования	лаборант	3	2	3	4
25-26	Подключение насосов и другого вспомогательного оборудования	лаборант	5	3	5	8
24-26	Подключение автотрансформаторов	инженер	4	3	4	6
26-27	Проверка работоспособности насосов и вспомогательного оборудования	Инженер, лаборант	4	3	4	6
23-27	Получение разрешения на проведение экспериментов у контролирующих органов	руководитель	6	3	6	8
27-28	Первый пробный запуск экспериментальной установки без создания вакуума	Руководитель, инженер, лаборант	3	2	3	4
28-29	Подготовка образцов для проведения эксперимента	инженер	4	3	4	6
29-30	Загрузка образцов в установку	инженер	1	0,5	1	1,5
28-30	Проверка герметичности вакуумной камеры	лаборант	5	3	5	8
30-31	Проведение серии экспериментов по определению теплопроводности различных материалов	Руководитель, инженер, лаборант	7	5	7	9
31-32	Обработка экспериментальных данных	инженер, лаборант	4	3	4	6
32-33	Вывод по проделанной работе	инженер	3	2	3	4
33-34	Презентация результатов НИР	Руководитель, инженер	2	1	2	3

По данным таблицы 1 можно построить сетевой график, который будет отражать состав, связи и последовательность выполнения комплекса работ и событий, направленных на достижение конечного результата.

Для расчета параметров сетевого графика воспользуемся секторным методом [9], при котором кружки событий делятся на четыре сектора, в которых записываются номер события (верхний сектор), раннее время свершения события T_i^P (левый сектор), позднее время свершения события T_i^H (правый сектор) и резерв события R_i (нижний сектор).

Стрелками (лучами) обозначены работы, продолжительность (длительность) которых указываются в центре стрелки. Число, стоящее в начале луча в верхней части указывает на ранее начало совершения работы, в конце в верхней части – ранее окончание. Аналогичный смысл несут числа под стрелкой: в начале – позднее начало, в конце – позднее окончание. В центре луча (число с чертой) указывается резерв времени совершения данной работы:

$$R_{ij} = t_{ij}^{no} - t_{ij}^{nn} = t_{ij}^{po} - t_{ij}^{pn}, \quad (7.2)$$

где t_{ij}^{no} – позднее окончание работы;

t_{ij}^{nn} – позднее начало работы;

t_{ij}^{po} – ранее окончание работы;

t_{ij}^{pn} – ранее начало работы.

Таблица 2 – Расчетные параметры сетевого графика

№	$t_{ож}$	t_{ij}^{pn}	t_{ij}^{po}	t_{ij}^{nn}	t_{ij}^{no}	R_{ij}
0-1	3	0	3	0	3	0
1-2	1	3	4	3	4	0
2-3	1	4	5	4	5	0
3-4	3	5	8	5	8	0
4-5	2	8	10	8	10	0
5-6	12	10	22	10	22	0
6-7	9	22	31	22	31	0
7-8	4	31	35	31	35	0

Продолжение таблицы 2

8-9	4	35	39	35	39	0
9-10	5	39	44	39	44	0
8-13	1	35	36	38	39	3
13-14	2	36	38	39	41	3
14-10	3	38	41	41	44	3
5-11	1	10	11	10	30	19
11-12	10	11	21	30	40	19
12-10	4	21	25	40	44	19
10-15	2	44	46	44	46	0
15-16	3	46	49	46	49	0
16-17	4	49	53	49	53	0
17-18	4	53	57	53	57	0
18-22	5	57	62	57	62	0
15-19	5	46	51	46	51	0
19-20	2	51	53	51	53	0
20-21	4	53	57	53	57	0
21-22	5	57	62	57	62	0
22-23	2	62	64	62	64	0
23-24	4	64	68	64	68	0
23-25	3	64	67	64	67	0
25-26	5	67	72	67	72	0
24-26	4	68	72	68	72	0
26-27	4	72	76	72	76	0
23-27	6	64	70	70	76	6
27-28	3	76	79	76	79	0
28-29	4	79	83	79	83	0
29-30	1	83	84	83	84	0
28-30	5	79	84	79	84	0
30-31	7	84	91	84	91	0
31-32	4	91	95	91	95	0
32-33	3	95	98	95	98	0
33-34	2	98	100	98	100	0

Определив параметры сетевого графика, можно построить линейный график работ, который показывает, сколько времени затрачивается на работу.

Длина ленты линейного графика равна календарному времени выполнения этой работы с учетом планового направления на нее соответствующих ресурсов.

7.2 Смета расходов на выполнение НИР

Смета составляется с целью планирования расходов. В ней перечисляются виды расходов, их денежная оценка по статьям.

7.2.1 Расчет затрат на заработную плату

Фонд заработной платы состоит из основного фонда и дополнительного:

$$\Phi ЗП = \Phi ЗП_{осн} + \Phi ЗП_{доп}. \quad (7.2)$$

Отчисления во внебюджетные фонды:

$$ОВФ = 30\% \cdot \Phi ЗП \quad (7.3)$$

Рассчитаем основной и дополнительный фонды, а также отчисление во внебюджетные фонды для каждого сотрудника и для всех сотрудников вместе. Учтем, что руководитель работает на полставки. Время выполнения НИР 4,5 месяца. Данные сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Затраты на заработную плату

№	руководитель	лаборант	инженер
Оклад, руб	27500	17500	30000
$\Phi ЗП_{осн}$, руб	61875	78750	135000
$\Phi ЗП_{доп}$, руб	7425	9450	16200
$\Phi ЗП_{полн}$, руб	69300	88200	151200
ОВФ, руб	20790	26460	45360
$\Phi ЗП_{осн}^{общ}$, руб	275625		
$\Phi ЗП_{доп}^{общ}$, руб	33075		
$\Phi ЗП_{полн}^{общ}$, руб	308700		
$ОВФ^{общ}$, руб	92610		

7.2.2 Расчет затрат на наладку оборудования

Работы по наладке оборудования будут производиться сторонними организациями, оплата которых так же будет учтена в смете. Для выполнения

данного проекта нам потребуются услуги организаций, такие как сварочные, сверлильные и токарные работы.

Таблица 4 – Услуги сторонних организаций

Наименование услуги:	Затраты, руб
- сварочные работы	6000
- сверлильные работы	1500
- токарные работы	2000

7.2.3 Расчет затрат на расходные материалы

Таблица 5 - Стоимость закупаемых расходных материалов

№ п/п	Наименование расходного материала	Кол-во	Цена	Стоимость
1	Бумага для принтера А4 «Снегурочка»	1	220	220
2	Листы А1	10	25	250
3	Тетради для расчетов	5	20	100
4	Папка для бумаг	2	40	80
5	Мультифора	50	2	100
6	Другие канцтовары	-	-	500

Итого : $C_{p.m.} = 1250$

7.2.4 Расчет затрат на комплектующие

Таблица 6 – Стоимость стандартных изделий, используемых в экспериментальной установке

№	Наименование	Кол-во	цена	стоимость
1	Фланец d=295mm	4	1050	4200
2	Фланец d=90mm	6	450	2700
3	Фланец d=210mm	1	900	900
4	Фланец d=100mm	1	550	550
5	Кирпич огнеупорный	1	50	50
6	Смотровое стекло 50/12	1	300	300

Продолжение таблицы 6

7	Втулка фторопластовая 50/23	1	80	80
8	Втулка фторопластовая d=23mm	4	80	320
9	Прокладка из вакуумной резины	10	30	300
10	Шайба резиновая d=24mm	2	30	60
11	Болт М16	10	50	500
12	Гайка М16	10	40	400
13	Шайба М16	10	20	200
14	Болт М8	10	30	300
15	Шайба М8	10	15	150
16	Болт М6	12	25	300
17	Гайка М6	12	20	240

Итого С_{с.и.}=11 550 руб.

7.2.5 Расчет затрат на оборудование

Таблица 7 – Стоимость оборудования, используемого в экспериментальной установке

№	Наименование	Кол-во	цена	стоимость
1	Насос механический пластинчато-роторный типа ЗНВР-1	2	27 400	54 800
2	Насос паромасляный диффузионный типа Н-1С-Б	1	10 210	10 210
3	Течеискатель типа ПТИ-7А	1	20 886	20 886
4	Вакуумметр ионизационно-термопарный ВИТ-3	1	49 999	49 999
5	Милливольтметр типа М089F	1	1200	1200
6	Источник питания типа ВСА-5А	1	7 000	7 000
8	Вакуумный затвор	1	15 000	15 000
9	Вентиль-натекатель КРП-16-2	4	1000	4 000
11	Лампа накаливания	1	30	30
13	Вентиль на системе водоснабжения	3	750	2 250
14	Корпус вакуумной камеры	1	1 750	1 750
15	Кожух печи	1	150	150

Продолжение таблицы 7

17	Тепловые экраны (фольга)	4	10	40
18	Вакуумные шланги	3м	200	600
19	Водяные шланги	4м	80	240
20	Проводники термопар	6м	100	600
21	Нить нагрева (нихром)	20м	200	4000

Итого $C_{o.m.} = 172905$ руб.

7.2.6 Расчет стоимость основных средств

Таблица 8 – Стоимость ОС

Статья расходов	Стоимость, руб
Наладка оборудования	9500
Комплектующие	11550
Оборудование	172905
Итого	193955

7.2.7 Смета расходов на выполнение НИР

Сведем все расходы на выполнение НИР в одну таблицу.

Таблица 9 – Расходы на выполнение НИР

Наименование статей расходов	Статьи расходов по кодам ЭКР	Всего, тыс. руб.
Фонд заработной платы основной	211	275,625
Фонд заработной платы дополнительной		33,075
Фонд заработной платы общий		308,700
Начисления на выплаты по оплате труда, 30.2 %	213	92,610
Командировки:		10
расходы по оплате суточных	212	
транспортные расходы по служебным командировкам	222	50
компенсация стоимости жилья	226	20
Оплата услуг связи	221	5
Арендная плата за пользование имуществом	224	4
Прочие услуги: - в том числе оплата НИР сторонних организаций (не более 50% общего объема договора);	226	15
Увеличение стоимости основных средств	310	193955
Увеличение стоимости материальных запасов	340	1,25
Итого прямые расходы :		609,632
Накладные расходы, 10 %		60,963
Цена договора:		670,315

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ФЮРА.XXXXXX.001 ПЗ

Лист

37

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

8.1. Производственная безопасность

8.1.1 Анализ выявленных вредных факторов

8.1.1.1 Повышенный уровень электромагнитных излучений

8.1.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

8.1.1.3 Отсутствие или недостаток естественного и искусственного света

8.1.1.3.1 Выбор светильников и их размещение

8.1.1.3.2 Выбор нормируемой освещенности

8.1.1.4 Микроклимат

8.1.2.1 Электробезопасность

8.1.2.2 Повышенная температура поверхности оборудования

8.1.2.3 Механический фактор

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

8.2. Экологическая безопасность

8.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

8.3.1 Пожарная безопасность

8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

8.4.1 Правовые нормы трудового законодательства

8.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

9. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

					ФЮРА.ХХХХХХ.001 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39