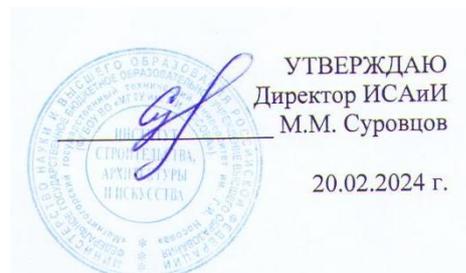




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИСАиИ  
М.М. Суровцов

20.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
***СИСТЕМЫ АВАРИЙНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЗДАНИЙ***

Направление подготовки (специальность)  
08.04.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы  
Современные системы теплоснабжения и обеспечения микроклимата зданий

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очно-заочная

Институт/ факультет    Институт строительства, архитектуры и искусства  
Кафедра                    Урбанистики и инженерных систем  
Курс                         1

Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 482)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Урбанистики и инженерных систем

15.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  М.М. Суровцов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИСАиИ  
20.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  М.М. Суровцов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры УиИС, канд. техн. наук  Л.Г. Старкова

Рецензент:

исполнительный директор ООО "МЕТАМ", канд. техн. наук  Г.А. Павлова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Урбанистики и инженерных систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.М. Суровцов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Урбанистики и инженерных систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.М. Суровцов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Урбанистики и инженерных систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.М. Суровцов

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Специальные разделы прикладной теплотехники и гидроаэродинамики» является: изучение основ использования законов теплообмена и гидроаэродинамики в технике, достижение способности применения полученных знаний в теплоэнергетике, теплогазоснабжении, вентиляции и кондиционировании воздуха.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Системы аварийной вентиляции зданий входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных студентами в ходе изучения дисциплин:

- специальные разделы высшей математики: теория алгоритмов, дифференциальное и интегральное исчисления, вероятность и статистика, элементарная теория вероятностей, модели случайных процессов, статистические методы обработки экспериментальных данных;

- информатика: общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; модели решения функциональных и вычислительных задач; алгоритмизация и программирование; базы данных; компьютерная графика;

- начертательная геометрия, черчение и машинная графика: числовые отметки; пересечения в аксонометрии; черчение: техника черчения и геометрические построения; ГОСТы; ЕСКД; машиностроительные и архитектурно-строительные чертежи; машинная графика: методы и средства машинной графики;

- гидравлические режимы трубопроводных систем: гидростатика, основы гидродинамики, гидравлические сопротивления, установившееся и неустановившееся движения жидкости; истечение жидкости,

- теоретические основы теплотехники – основные процессы термодинамики, диаграмма двухфазного перехода вещества, законы передачи теплоты: теплопроводность, излучение, конвективный теплообмен.

Программа дисциплины логически взаимосвязана со смежными дисциплинами.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Гидравлические режимы трубопроводных систем

Нормативная база проектирования, монтажа и эксплуатации систем теплоснабжения и вентиляции

Способы эффективной вентиляции зданий

Энерго- и ресурсо сбережение в системах теплоснабжения и вентиляции

Основы моделирования теплового и воздушного режимов зданий

Теория и практика создания систем климатизации зданий

Эффективные системы теплоснабжения зданий

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - научно-исследовательская практика

Энергоаудит систем обеспечения микроклимата зданий

Методология и методы научного исследования

Основы научной коммуникации

Тепломассообменные процессы в оборудовании систем теплоснабжения и вентиляции

Учебная - научно-исследовательская работа

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Системы аварийной вентиляции зданий» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способен выполнить специальные расчеты для проектирования котельных, центральных тепловых пунктов
ПК-4.1	Составляет тепловую схему с расчетом тепловых и материальных балансов, выполняет гидравлические расчеты трубопроводов, осуществляет выбор оборудования и арматуры котельных, центральных тепловых пунктов, оформляет расчеты и пояснительную записку

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 6,3 академических часов;
- аудиторная – 6 академических часов;
- внеаудиторная – 0,3 академических часов;
- самостоятельная работа – 97,7 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Аварийная вентиляция								
1.1 1. Организация аварийной вентиляции в производственных помещениях 2. Определение некоторых параметров аварийной вентиляции на основе закономерностей нестационарного режима вентилируемого помещения	1	1			31,1	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Устный опрос. Проверка практических заданий	ПК-4.1
Итого по разделу		1			31,1			
2. 2. Противодымная вентиляция								
2.1 1. Вытяжная противодымная вентиляция в многоэтажных зданиях 2. Приточная противодымная вентиляция в многоэтажных зданиях	1	1		1	12,6	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Устный опрос. Проверка практических заданий	ПК-4.1

2.2 Противодымная вентиляция общественных зданий				2	10	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Устный опрос. Проверка практических заданий	ПК-4.1
--	--	--	--	---	----	--	---	--------

<p>2.3</p> <p>3. Принципиальные схемы систем противодымной вентиляции общественных зданий</p> <p>3.1 Принципиальные схемы систем механической вытяжной противодымной вентиляции из коридоров и холлов общественных зданий</p> <p>3.2 Принципиальные схемы систем механической вытяжной противодымной вентиляции помещений общественных зданий</p> <p>3.3 Принципиальная схема системы механической вытяжной противодымной вентиляции из коридоров без естественного освещения в общественных зданиях</p> <p>3.4 Принципиальные схемы систем механической приточной противодымной вентиляции в общественных зданиях с незадымляемыми лестничными клетками типа Н 2. Подача воздуха в лестницу и в шахту лифтов общими системами</p> <p>3.5 Принципиальные схемы систем механической приточной противодымной вентиляции в общественных зданиях с незадымляемыми лестничными клетками типа Н 2. Подача воздуха в лестницу и в шахту лифтов отдельными системами</p> <p>3.6 Принципиальные схемы систем механической</p>					10	<p>Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)</p>	<p>Устный опрос. Проверка практических заданий</p>	ПК-4.1
--	--	--	--	--	----	---	--	--------

<p>2.4 4 Противодымная вентиляция жилых зданий</p> <p>4.1 Принципиальные схемы систем вытяжной противодымной вентиляции из межквартирных коридоров</p> <p>4.2 Принципиальные схемы систем приточной противодымной вентиляции в жилых зданиях с незадымляемыми лестничными клетками типа Н 1 (лестничная клетка с наружным переходом)</p> <p>4.3 Принципиальные схемы систем приточной противодымной вентиляции в жилых зданиях с незадымляемыми лестничными клетками типа Н 2 (подача воздуха в лестницу и шахту лифтов отдельными системами)</p> <p>4.4 Принципиальные схемы систем приточной противодымной вентиляции в жилых зданиях с незадымляемыми лестничными клетками типа Н 2 (подача воздуха в лестницу и шахту</p>			1	12	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Устный опрос. Проверка практических заданий	ПК-4.1
<p>2.5 Струйная вентиляция, как способ повышения эффективности систем вентиляции.</p>				10	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Устный опрос. Проверка практических заданий	ПК-4.1
<p>2.6 Струйные вентиляторы. Вентиляторы дымоудаления. Размещение струйных вентиляторов. Выбор типоразмера струйного вентилятора. Расчет реактивной тяги струйного вентилятора</p>				12	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическими материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями)	Устный опрос. Проверка практических заданий	ПК-4.1
<p>Итого по разделу</p>		1	4	66,6			

3. 3. итоговый контроль								
3.1 итоговый контроль	1					подготовка к устному опросу	устный опрос	ПК-4.1
Итого по разделу								
Итого за семестр		2		4	97,7		зао	
Итого по дисциплине		2		4	97,7		зачет с оценкой	

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Специальные разделы прикладной теплотехники и гидроаэродинамики» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

При обучении студентов дисциплине «Специальные разделы прикладной теплотехники и гидроаэродинамики» следует осуществлять следующие образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения).

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексию.

4. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий.

5. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных средств.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Мирам А.О., ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА. ТЕПЛОМАССОБМЕН / А.О. Мирам, В.А. Павленко - М. : Издательство АСВ, 2017. - 352 с. - ISBN 978-5-93093-841-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938418.html> (дата обращения: 22.05.2024). - Режим доступа : по подписке.

2. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/448239> (дата обращения: 22.05.2024).

### **б) Дополнительная литература:**

1. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/448239> (дата обращения: 22.05.2024).

2. Видин, Ю. В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: Учебное пособие / Видин Ю.В., Казаков Р.В., Колосов В.В. - Краснояр.:СФУ, 2015. - 370 с.: ISBN 978-5-7638-3302-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967810> (дата обращения: 22.05.2024). - Режим доступа: по подписке.

3. Новоселова Ю. Н Теплоснабжение с основами теплотехники : учебное пособие / Ю. Н. Новоселова, Ю. А. Морева. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 86 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/117>. - Текст : непосредственный.

4. Брюханов, О. Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебник / О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 254 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-005354-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1046933> (дата обращения: 22.05.2024). - Режим доступа: по подписке.

### **в) Методические указания:**

1 Трубицына, Г.Н. Исследование кипения воды в неограниченном объеме: метод. указания к лабораторной работе / Г.Н. Трубицына, Э.С. Шаповалов; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2008. – 16с.: ил. - Текст: непосредственный.

2. Трубицына, Г.Н. Методические указания и контрольные задания по дисциплине “Тепломассообмен” : метод. указания к выполнению контрольных работ / Г.Н. Трубицына, И.В.Сикерин; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2011. – 28с.: ил. - Текст: непосредственный.

3. Осколков С. В. Тепломассообменное оборудование предприятий : методические указания по выполнению курсового проекта для студентов направления подготовки 140100 "Теплоэнергетика" / С. В. Осколков, Л. В. Николаев ; МГТУ, Каф.

теплотехнических и энергетических систем. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/583>. - Текст : электронный.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>

##### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционные аудитории: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации (интерактивная доска в комплекте с проектором и компьютером). Демонстрационные стенды, плакаты, наглядные пособия.

Помещения для самостоятельной работы: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Аудитории для практических занятий, групповых индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: Демонстрационные стенды, плакаты, наглядные пособия

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Шкафы и стеллажи для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий; инструменты и оборудование для обслуживания

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Примерная структура и содержание раздела:

По дисциплине «Системы аварийной вентиляции зданий» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение практических задач на практических занятиях. Ниже приведены некоторые типовые задачи.

**АПР №1. Метод расчета нестационарного температурного поля для тел конечных размеров (метод суперпозиции, теорема о перемножении решений).**

1. Резиновая пластина толщиной 20 мм, нагретая до температуры  $t_{ж1} = 140^\circ\text{C}$  помещена в воздушную среду с температурой  $t_{ж2} = 15^\circ\text{C}$ . Определить температуры в середине и на поверхности пластины через 20 мин. после начала охлаждения.

Коэффициент теплопроводности резины  $\lambda = 0,175 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ .

Коэффициент теплоотдачи от поверхности пластины к окружающему воздуху равен

$$\alpha = 65 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$$

**АПР №2. Располагаемая работа в необратимых процессах. Максимальная располагаемая работа. Эксергетический КПД**

2 м<sup>3</sup>/с газа, состоящего на 97% из CH<sub>4</sub> и на 3% из C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, сжигается в котле. Тепловой КПД котла 95%, расход питательной воды 20 кг/с, температура питательной воды 40°C, температура горения газовой смеси 2000°C, температура дымовых газов на выходе из котла 150°C, низшая теплота сгорания CH<sub>4</sub> 35,88 МДж/м<sup>3</sup>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> 64,15 МДж/м<sup>3</sup>, скрытая теплота парообразования воды 2256 кДж/кг, изобарная теплоемкость водяного пара 2,13 кДж/кг. Определить эксергетический КПД установки. Ответ: 0,35.

2. Сравнить значения местных чисел Нуссельта при ламинарном течении жидкости в круглой трубе в условиях постоянной плотности теплового потока на стенке, без предвключенного участка гидродинамической стабилизации ( $Nu_r$ ) и при наличии такого участка ( $(Nu_r)_{ст}$ ). Сравнение провести для относительных расстояний от входа в обогреваемый участок  $x/d = 1, 2, 5, 10, 15$  и 20. Число Рейнольдса принять  $Re^* = 1800$ ,

Поправку на участок гидродинамической стабилизации  $\varepsilon = Nu_r / (Nu_r)_{ст}$  можно вычислить по формуле

$$\varepsilon = 0,35 \left( \frac{1}{Re^*} \frac{x}{d} \right)^{-\frac{1}{6}} \left[ 1 + 2,85 \left( \frac{1}{Re^*} \frac{x}{d} \right)^{0,42} \right]$$

**АПР №3. Безразмерная форма дифференциальных уравнений конвективного теплообмена. Масштабы приведения**

Привести к безразмерному виду уравнение энергии. Выбрать масштабы приведения

#### **АПР №4 Принципы моделирования, форма представления экспериментальных результатов в виде уравнений подобия, числа подобия**

На экспериментальной установке исследовалась теплоотдача при поперечном обтекании одиночного цилиндра воздухом. В результате опытов получены значения коэффициентов теплоотдачи  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , Вт/(м<sup>2</sup>\*°С), для двух цилиндров диаметром соответственно  $d_1=10$  мм и  $d_2=20$  мм при постоянной температуре  $t_{ж}=20$  °С и различных скоростях набегающего потока  $\omega$ , м/с.

Данные опытов приведены ниже:

$\omega$ , м/с . . . . .	2,0	5,0	10	10
$\alpha_1$ , Вт/(м <sup>2</sup> *°С) . . . .	39,5	71,2	106,5	165,3
$\alpha_2$ , Вт/(м <sup>2</sup> *°С) . . . .	31,2	55,6	83,4	128

Найти критериальную зависимость для теплоотдачи  $Nu_{ж}=CRe_{ж}^n$ . Сравнить графики  $\alpha_1=f_1(\omega)$  и  $\alpha_2=f_2(\omega)$

Ответ:  $Nu_{ж}=0,18Re_{ж}^{0,62}$ .

#### **АПР №5. Автомодельность процесса. Метод локального теплового моделирования. Основы постановки эксперимента**

На паропроводе перегретого пара диаметром  $d=400$  мм установлена измерительная диафрагма, которая должна быть специально протарирована, т.е. должна быть найдена зависимость  $\Delta p=f(G)$ , где  $\Delta p$ —перепад статических давлений в диафрагме, Па;  $G$ —расход пара, кг/с.

Так как по производственным причинам тарировка не могла быть произведена непосредственно на образце, то для этой цели была изготовлена модель в 1/5 натуральной величины.

В результате испытаний модели на воде, температура которой  $t_{ж,м}=20$ °С, были получены значения перепадов давлений на диафрагме при различных расходах воды. Результаты измерений приведены ниже:

$\Delta p$ , Па . . .	477	1178	4520	18050	72200
$G$ , кг/с . . .	2,22	4,44	8,88	17,75	35,52

Найти зависимость  $\Delta p=f(G)$  для образца при течении пара в автомодельной области и указать границы ее применения. Давление пара  $p=98$ кПа. Температура пара  $t_{ж}=250$ °С.

Ответ:  $\Delta p=222G^2$  при  $Re>142*10^5$ .

#### **АПР №6. Теплообмен при поперечном обтекании одиночного цилиндра и трубного пучка.**

Определить коэффициент теплоотдачи излучением от потока газа к поверхности труб пароперегревателя парового котла, если температура газа на входе  $t_{г1}=1100^{\circ}\text{C}$  и на выходе из пароперегревателя  $t_{г2}=800^{\circ}\text{C}$ . Принять температуру всей поверхности теплообмена постоянной и равной  $t_c=500^{\circ}\text{C}$  и степень черноты поверхности  $\epsilon_c=0,8$ . Трубы расположены в шахматном порядке (рис.11-4) с шагом по фронту  $s_1=2d$ ; внешний диаметр труб  $d=38$  мм. Газ содержит 10%  $\text{CO}_2$  и 4%  $\text{H}_2\text{O}$ . Общее давление газа  $p=98\text{кПа}$

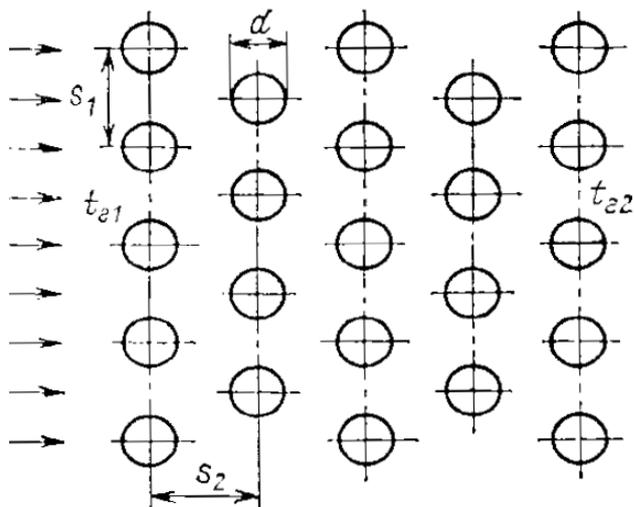


Рис. 11-4. К задаче 11-7.

Ответ:  $\alpha_{л}=11,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-4: Способен выполнить специальные расчеты для проектирования котельных, центральных тепловых пунктов		
ПК-4.1	Составляет тепловую схему с расчетом тепловых и материальных балансов, выполняет гидравлические расчеты трубопроводов, осуществляет выбор оборудования и арматуры котельных, центральных тепловых пунктов, оформляет расчеты и пояснительную записку	<p style="text-align: center;">Перечень контрольных вопросов для подготовки к зачету</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Струйная вентиляция, как способ повышения эффективности систем вентиляции</li> <li>2. Воздухообмен в режиме дымоудаления. Выбор типоразмера струйного вентилятора</li> <li>3. Организация аварийной вентиляции в производственных помещениях.</li> <li>4. Определение некоторых параметров аварийной вентиляции на основе закономерностей нестационарного режима вентилируемого помещения.</li> <li>5. Вытяжная и приточная противодымная вентиляция в многоэтажных зданиях.</li> <li>6. Противодымная вентиляция общественных зданий.</li> <li>7. Принципиальные схемы систем механической вытяжной противодымной вентиляции общественных зданий.</li> <li>8. Принципиальные схемы систем механической приточной противодымной вентиляции общественных зданий.</li> <li>9. Принципиальные схемы систем механической противодымной вентиляции атриумов.</li> <li>10. Противодымная вентиляция жилых зданий.</li> <li>11. Особенности расчета противодымной вентиляции согласно методическим рекомендациям СП-7 (Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции, ВНИИ ПО)</li> <li>12. Особенности расчета противодымной вентиляции согласно методическим рекомендациям АВОК.</li> <li>13. Комплекс программного обеспечения «Поток» для разработки проектов по вентиляции зданий.</li> <li>14. Способы управления перетеканием воздуха между смежными помещениями здания (активный шлюз, воздушный дисбаланс, воздушные завесы).</li> <li>15. Анализ схемных решений систем аспирации и пневмотранспорта.</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>7000 мг/ч, время проветривания составляет 15 мин, <math>C_{пр} = 0,5 \text{ мг/м}^3</math></p> <p>7. Произвести анализ схемных решений систем аспирации и пневмотранспорта.</p> <p>8. Рассчитать систему пневмотранспорта согласно вариантов заданий.</p> <p>9. Составить основные балансовые уравнения для гальванического цеха согласно вариантов заданий.</p> <p>10. Составить основные балансовые уравнения для травильного цеха согласно вариантов заданий</p> <p>11. Рассчитать воздуховод равномерной раздачи с постоянным статическим давлением длиной 3м и начальным сечением АХВ = 0,6х0,8м. Количество приточного воздуха составляет 8500 м<sup>3</sup>/ч. Раздача воздуха производится через щель. Скорость воздуха на выходе из щели – 5 м/с</p> <p>12. Рассчитать воздуховод равномерной раздачи с этими же данными по методу проф. П.Н. Каменева.</p> <p>13. Произвести анализ уравнений балансов по теплоте и балансов по воздуху в термическом цехе.</p> <p>14. Выполнить обзор и анализ рынка приточно-вытяжных установок с утилизацией тепла в РФ. Работа с каталогами</p> <p style="text-align: center;"><b>Пример задания к контрольной работе</b></p> <p>1. С помощью комплекса программного обеспечения «Поток» для разработки проектов по вентиляции зданий определить количество вредных, выделяющихся в аварийном режиме согласно варианту задания.</p> <p>2. Произвести анализ схемных решений систем противодымной вентиляции общественного здания согласно варианту задания.</p> <p>3. Произвести анализ схемных решений систем противодымной вентиляции жилого здания согласно варианту задания.</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Примерная структура и содержание пункта:

Промежуточная аттестация по дисциплине «**Системы аварийной вентиляции зданий**» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения

обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой. Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.