Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт политехнический

Кафедра промышленной энергетики

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТ
_____ А.Н. Чадин
"21" _____03_____2017 г.

ТЕПЛОМАССООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

Учебный модуль по направлению подготовки

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО
Начальник учебного отдела
_____ О.Б. Широколобова
"01" _____03_____2017 г.

Разработал
профессор
_____ И.В. Швецов
01 _____03_____2017 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 7 от 01. 03. 2017 г.
Заведующий кафедрой
_____ И.В. Швецов
01 _____03_____2017 г.

1. Цели и задачи модуля

Цель преподавания дисциплины - ознакомление с теоретическими основами, принципами действия, методами расчета и конструирования современных тепломассообменных установок, применяемых в технологических процессах и энергетическом хозяйстве промышленных предприятий различного профиля и форм собственности.

Задачи: приобретение навыков и умение выполнять расчеты, выбирать оптимальные режимы работы, компоновать рациональные схемы, разрабатывать конструкции эффективного тепломассообменного оборудования и его составных частей.

2. Место модуля в структуре ООП

Дисциплина входит в состав блока специальных дисциплин. Изложение материала базируется на основных понятиях профессиональных дисциплин вариативной части направления “Теплоэнергетика и теплотехника”.

Знания, полученные в процессе изучения дисциплины, используются студентами при изучении курсов автоматизации производственных процессов в теплоэнергетике, безопасности производственных процессов, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Требования к уровню освоения содержания модуля

Процесс изучения учебного модуля направлен на формирование следующих компетенций:

- готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования (ПК-8)
- способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве (ПК-9)
- готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов (ПК-10).

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Таблица 1

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-8	базовый	основные нормативные и правовые технические документы профессиональной деятельности теплоэнергетика	использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности	навыками использования нормативной и правовой документации в профессиональной деятельности теплоэнергетика в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
ПК-9		терминологию, правовые, нормативно-технические основы безопасности жизнедеятельности, основные средства и методы безопасности в теплоэнергетике, выполнять основные положения нормативной документации по защите персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий	применять основные методы защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий	основными методами защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий
ПК-10		методы сбора и анализа исходных данных для проектирования элементов теплоэнергетических процессов и оборудования	проводить сбор и анализ исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации	навыками проектирования элементов и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов.

Таблица 2

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		7	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ): 1) УЭМ1 – ММ: - лекции - практические занятия (семинары) - аудиторная СРС - внеаудиторная СРС	216 36 54 18 90	216 36 54 18 90	ПК-8, ПК-9 ПК-10
Аттестация: - экзамен	36	36	

*) экзамены принимаются в часы аудиторной СРС.

4.2. Содержание и структура разделов учебного модуля

1. Введение. Содержание и структура курса лекций. Цель и задачи дисциплины. Учебная литература. Понятие о централизованном теплоснабжении. Достоинства, недостатки, область применения.

2. **Тепловое потребление.** Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение. Часовые и годовые графики расходов теплоты жилыми и промышленными районами.

3. Открытые и закрытые системы теплоснабжения. Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным тепловым сетям, понятие о групповых, местных и индивидуальных тепловых пунктах.

4. **Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения.** Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов систем теплоснабжения. Их использование для определения параметров теплоносителя в нерасчетных режимах систем теплоснабжения.

5. Графики температур и расходов теплоносителя. Графики температур и расходов теплоносителя при центральном регулировании однородной и разнородной тепловой нагрузки в закрытых и открытых системах теплоснабжения. Центральное, групповое и местное регулирование в системах с комбинированной тепловой нагрузкой. Энергетический и экономический эффект от совершенствования тепловой нагрузки.

6. **Гидравлический расчет тепловых сетей.** Задачи гидравлического расчета тепловых сетей. Распределение давлений и напоров вдоль сети, расчет линейных и местных потерь давления в водяных тепловых сетях. Методика гидравлического расчета разветвленных водяных тепловых сетей.

7. Пьезометрический графики. Требования к характеру распределения давлений и напоров в статическом и динамическом режимах в тепловых сетях. Определение параметров пароводяных и водяных подогревателей. Выбор схемы присоединения отопительных установок к водяным тепловым сетям.

8. **Гидравлический и водяной режим тепловых сетей**

Гидравлические характеристики элементов систем теплоснабжения и их сочетаний. Гидравлические характеристики тепловых сетей и установленных в них насосов. Режим

совместной работы насоса и сети. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. точки регулируемого давления в тепловых сетях. Методы обнаружения неплотных участков тепловых сетей.

9. **Оборудование систем теплоснабжения.** Различные виды прокладки теплопроводов. Изоляционные конструкции. Температурные деформации теплопроводов. Методы их компенсации. Оборудование тепловых пунктов. Эжектора и методы их расчета.

4.3 Темы и содержание практических занятий

Таблица 4

Практические занятия (семинары)	Трудоемкость, АЧ
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Изучение устройства, оборудования и режимов работы теплоподготовительных установок ТЭЦ	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Изучение оборудования системы тепловых сетей от квартальной котельной	8
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Изучение оборудования теплового пункта и тепловые испытания водоструйного элеватора	8
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Определение по укрупненным показателям суммарной тепловой нагрузки района новой застройки а так же построение графика годового расхода теплоты	8
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Расчеты температур воздуха в помещении при центральном и местном регулировании тепловой нагрузки в зависимости от температуры наружного воздуха	8
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Гидравлические расчеты тепловых сетей	8
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Расчет вспомогательного оборудования систем теплоснабжения	8
Итого в 5 семестре:	**54**

4.4 Самостоятельная работа студентов включает работу с интернет-источниками, предоставляющими свободный доступ к демо-версиям программных продуктов, проработку полученных на занятиях теоретических знаний с использованием дополнительной литературы и специализированных интернет-сайтов, анализ литературных и интернет-источников для выполнения контрольных работ и индивидуальных домашних заданий или в виде рефератов.

4.5 Организация изучения учебного модуля

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

– лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);

– практические занятия (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, формирование практических навыков работы);

– самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала, написание реферата).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества усвоения курса используются следующие формы контроля:

– **текущий:** контроль выполнения практических аудиторных и домашних заданий, работы с литературой.

– **рубежный:** предполагает учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, систематичность работы и творческий рейтинг (участие в конференции, публикации, творческие идеи).

– **семестровый:** *экзамен* осуществляется посредством суммирования баллов за семестр.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с Фондом оценочных средств.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля

представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение В)

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, учебной лаборатории, компьютерного класса, тренажеров. Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и с учетом рекомендаций ПрОП ВО по направлению подготовки 13.03.01 “Теплоэнергетика и теплотехника” и профилю “Промышленная теплоэнергетика”. Целью выполнения самостоятельной работы является ознакомление с учебной и нормативно - справочной литературой, дополнительное изучение некоторых тем курса лекций, в частности пакетов программ, в том числе Excel и Mathcad Объектом работы являются учебники и учебные и справочные пособия, учебно-методические разработки кафедры, журнальные публикации и т. п. источники.

Педагогическими контрольными материалами являются вопросы к экзамену, которые приведены в приложении А. Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта учебного модуля

В - Карта учебно-методического обеспечения УМ

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

Приложение А
(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Тепломассообменное оборудование предприятий»

1. Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Образовательный процесс при изучении УМ строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, контекстное обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- практические (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, выполнение практических работ);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления, работа с литературой);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Перечень тем и вопросов к разделам 1-4

1. Понятие о централизованном теплоснабжении. Достоинства, недостатки, область применения.
2. Тепловое потребление.
3. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение.
4. Часовые и годовые графики расходов теплоты жилыми и промышленными районами.
5. Открытые и закрытые системы теплоснабжения.
6. Основные схемы присоединения однородной и комбинированной тепловой нагрузки к водяным тепловым сетям, понятие о групповых, местных и индивидуальных тепловых пунктах.
7. Режимы регулирования систем централизованного теплоснабжения.
8. Основные методы и ступени регулирования тепловой нагрузки.
9. Тепловые характеристики теплообменных аппаратов систем теплоснабжения.
10. Их использование для определения параметров теплоносителя в нерасчетных режимах систем теплоснабжения.
11. Графики температур и расходов теплоносителя.
12. Графики температур и расходов теплоносителя при центральном регулировании однородной и разнородной тепловой нагрузки в закрытых и открытых системах теплоснабжения.
13. Центральное, групповое и местное регулирование в системах с комбинированной тепловой нагрузкой.
14. Энергетический и экономический эффект от совершенствования тепловой нагрузки.

15. Гидравлический расчет тепловых сетей.
16. Задачи гидравлического расчета тепловых сетей.
17. Распределение давлений и напоров вдоль сети, расчет линейных и местных потерь давления в водяных тепловых сетях.

Перечень тем и вопросов к разделам 5-9

18. Методика гидравлического расчета разветвленных водяных тепловых сетей.
19. Пьезометрический графики.
20. Требования к характеру распределения давлений и напоров в статическом и динамическом режимах в тепловых сетях.
21. Определение параметров пароводяных и водяных подогревателей.
22. Выбор схемы присоединения отопительных установок к водяным тепловым сетям.
23. Гидравлический и водяной режим тепловых сетей. Гидравлические характеристики элементов систем теплоснабжения и их сочетаний.
24. Гидравлические характеристики тепловых сетей и установленных в них насосов.
25. Режим совместной работы насоса и сети.
26. Понятие о гидравлической устойчивости тепловых сетей. точки регулируемого давления в тепловых сетях.
27. Методы обнаружения неплотных участков тепловых сетей.
28. Оборудование систем теплоснабжения.
29. Различные виды прокладки теплопроводов.
30. Изоляционные конструкции.
31. Температурные деформации теплопроводов.
32. Методы их компенсации.
33. Оборудование тепловых пунктов.
34. Эжектора и методы их расчета.

Пример экзаменационного билета

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра Промышленной энергетики
Экзаменационный билет № 1
Модуль **«Тепломассообменное оборудование предприятий»**
Для направления подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

1. Методы расчета часовых и годовых расходов теплоты на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение.
2. Определение параметров пароводяных и водяных подогревателей.
3. Подобрать фильтр для приточной системы вентиляции, если объемный расход воздуха в системе составляет 600 м3/ч.

Принято на заседании кафедры
промышленной энергетики Протокол № ____от “___”_____ 2017 г.

Заведующий кафедрой _____ (Ф. И. О.)

2. Методические рекомендации по практическим занятиям

Содержание дисциплины является достаточно разнородным и включает как общетеоретические и узкотехнологические вопросы. Предусмотрено изучение следующих вопросов. Законодательные и нормативные документы, касающиеся природопользования, нормирования и контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду; организацию мероприятий по охране окружающей среды; процессы превращения вредных выбросов в атмосфере и особенности влияния вредных выбросов на окружающую среду и организм человека; методы определения характеристик выбросов и сбросов промышленного теплоэнергетического оборудования; аппараты очистки газообразных выбросов и сточных вод промышленного теплоэнергетического оборудования. В разделах рассматривается тепломассообменное оборудование предприятий и их назначение, типы основного оборудования, основные показатели,.

Все практические занятия делят на разделы, которые формируют представление по вопросам оборудования в промышленности и закрепляют теоретический материал посредством решения задач. Решение задач направлено на закрепление теоретического материала. Задачи выдает преподаватель на практических занятиях в соответствии с графиком учебного процесса. Обсуждение основных вопросов дисциплины на практических занятиях позволит сформировать понимание проблем по вопросам надежности атомных станций и жизнедеятельности человека, а также наметить пути их решения. Практические занятия проводятся в виде решения практических вопросов в виде задач и семинаров. Данный вид работы необходим для овладения компетенциями, заданными в образовательном стандарте при подготовке специалиста высокого уровня.

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта
учебного модуля «Тепломассообменное оборудование предприятий»
семестр 7, ЗЕТ- 6, вид аттестации - зачет, акад.часов 216, баллов рейтинга 300

№ и наименование раздела учебного модуля	№ неде-ли сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
УЭМ - **Моделирование, алгоритмизация и оптимизация элементов и систем в теплоэнергетике**	7	36	54	--	18	90		250
разделы 1-4		18	27		9	45	Контр.раб. 1	125
разделы 5-9		18	27		9	45	Контр.раб. 2	125
экзамен								50
Итого:	7	36	54		18	90		300

(Трудоемкость разделов УМ не должна быть, как правило, меньше двух академических часов)

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины в соответствии с Фондом оценочных средств (ФОС):

- оценка «удовлетворительно» – 50 - 69 % от 100*ЗЕТ
- оценка «хорошо» – 70 - 89 % от 200*ЗЕТ
- оценка «отлично» – 90 - 100 % от 300*ЗЕТ

Приложение В
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения

Модуля: Тепломассообменное оборудование предприятий
Направление: 13.03.031 – Теплоэнергетика и теплотехника
Формы обучения: очная
Курс - 3, семестр - 5
Часов**:** всего - 216, лекций - 36, практ. зан. - 54, лаб. раб. - нет, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) - 18
Обеспечивающая кафедра: Промышленная энергетика

Таблица 1- Обеспечение модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Алексеев Г.Н. Общая теплотехника: Учебное пособие –М: Высшая школа, 1980-552 с.,ил.	18	
2. Тепловые электрические станции : учеб. для вузов / Под ред.:,ред.:В.М.Лавыгина, А.С.Седлова,С.В.Цанева. - М. : Издательство МЭИ, 2005. - 452,[2]с.	20	
3.Делягин Г.Н., Лебедев В.И. Теплогенерирующие установки: Учебник для вузов-М.: БАСТЕТ,2010.-622с.	5	
4.Сидельковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов. - 4-е изд., репринт. - М.: БАСТЕТ, 2009. - 52с.: ил. - Библиогр.: с.520-521. - Указ.: 521-522.	20	
Учебно-методические издания		
1		
2		
3		

Таблица 2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Тепломассообменное оборудование предприятий [электронный ресурс] Рабочая программа дисциплины для направления 13.03.01- Теплотехника и теплоэнергетика”/Сост. Швецов И.В.;НовГУ имени Ярослава Мудрого – Великий Новгород, 2017 - 20 с.	study/umk/university/r.1180151.ksort.spec_shifr/i.1180151/?showspec=130301.64.1	

Таблица 3–Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1 Варфоломеев, Ю. М. Отопление и тепловые сети : учебник : для сред. спец. учеб. заведений / Ю. М. Варфоломеев, О. Я. Кокорин. - изд. испр. - М. : Инфра, 2010. - 479, [1] с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 477-480. - ISBN 978-5-16-002270-3 : (в пер.) : 225.94, 100 000 экз.	Ф1-2	
2		
3		
4		
5		

Действительно для учебного года 2017 / 2018

Зав. кафедрой ПРЭН_____ И.В. Швецов
подпись И.О.Фамилия

'01' марта 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ: гл. библиот. _____ Калинина Н.А

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета

КОМПЛЕКТ ПРИМЕРНЫХ ЗАДАЧ

для контрольных работ по темам

Задачи для контроля знаний по модулю «**Тепломассообменное оборудование предприятий**»

Тема 1

1.1. Температура воздуха 28 ^{O}С. Его относительная влажность N. Определить точку росы, если барометрическое давление составляет 700 мм рт.ст.

1.2. Относительная влажность воздуха равна 75%, его температура *t* , атмосферное давление составляет 760 мм рт. ст. Найти температуру мокрого термометра.

1.3. Даны показания сухого и мокрого термометров *t*с и *t*м. Какова относительная влажность воздуха, если атмосферное давление составляет 745 мм рт.ст.

Тема 2

2.1. По условиям предыдущей задачи определить температуру на внутренней поверхности τв этого ограждения.

2.2. По условиям предыдущей задачи сравнить температуру на внутренней поверхности этого ограждения с температурой точки росы.

2.3. По условиям предыдущей задачи определить температуру внутренней поверхности ограждения в наружном углу τв.у и сравнить ее с температурой точки росы.

Тема 3

3.1. Определите теплопоступления в помещение *Q*Я изб в теплый период, если назначение помещения – мастерская, количество людей – 5 чел, ориентация окон – южная, площадь остекления *F*ост, светильники диффузного света с люминесцентными лампами, площадь помещения – 20 м2. В мастерской расположены два токарных станка мощностью 1 кВт и один фрезерный мощностью 1,5 кВт. Объект расположен в городе N.

3.2. Определите теплопоступления в помещение *Q*П изб в теплый период, если назначение помещения – производственный цех, количество людей – 25 чел, ориентация окон – Ю-З, площадь остекления 10 м2, светильники диффузного света с люминисцентными лампами, площадь помещения – 75 м2. В цехе расположены 10 токарных станков мощностью 1 кВт и шесть фрезерных мощностью 1,5 кВт. Объект расположен в городе N.

3.3. Определите газопоступления Мг на закрытой стоянке на N легковых автомобилей.

Тема 4

4.1. Определить потребный воздухообмен *L*, м³/ч в помещении размером 155653 м, если в ней находятся n человек. Назначение помещения – учебная аудитория.

4.2. В помещении испаряется вода в количестве Мвл, кг/ч. Температуры наружного и внутреннего воздуха соответственно равны 10 0С и 20 0С, Относительная влажность наружного воздуха равна относительной влажности внутреннего воздуха и составляет 60%. Определить потребный воздухообмен системы общеобменной вентиляции *L*, м³/ч, если барометрическое давление составляет 760 мм рт.ст.

4.3. В помещении объемом 10000 м3 реализуется общеобменная вентиляция с кратностью 3 ч–1. Определить потребный воздухообмен *L*, м³/ч.

Тема 5

5.1. Определить расход воздуха *L*, м3/ч через вытяжной шкаф и высоту трубы при естественной вытяжке *h*, м. Высота открытого проема шкафа составляет 0,3 м; его площадь – 0,1 м2; конвективный тепловой поток от источников тепловыделения составляет 2 кВт;

диаметр вытяжной трубы – *d*; температура воздуха внутри помещения составляет 22 °С; внутри шкафа – *t2*, °С.

5.2. Определить расход воздуха *L*, м3/ч, удаляемый вытяжным зонтом и высоту трубы при естественной вытяжке *h*, м. Расстояние от нагретой поверхности до воздухоприемного сечения зонта составляет 0,5 м; площадь воздухоприемного сечения зонта – 0,15 м2; конвективный тепловой поток от источников тепловыделения составляет 0,5 кВт; диаметр вытяжной трубы принять равным 0,2 м; температура воздуха в помещении составляет 20 °С; внутри зонта – *t2*, °С.

5.3. Определить объемный расход воздуха *L*, м/с, удаляемого бортовым отсосом без сдува от ванны травления серной кислоты, установленной у стены. Температуру раствора в ванне принять *Т*ж, К; температура воздуха в помещении составляет 20 °С; ширина ванны составляет 0,9 м; длина ванны – *l*, м.

Тема 6

6.1. Выполнить аэродинамический расчет вытяжной системы вентиляции, включающей магистраль, состоящую из двух участков с длинами 10 м и 2 м соответственно и ответвления длиной 6 м. Объемный расход воздуха на первом участке составляет 400 м3/ч, в ответвлении – 600 м3/ч. Местные сопротивления: 1-й участок – одна жалюзийная решетка и колено 90°; 2-й участок – тройник прямоугольный; ответвление – одна жалюзийная решетка. Принять расчетную скорость равной 7 м/с.

6.2. Определить потери давления на трение в круглом воздуховоде □*р*тр, Па, длиной 25 м; диаметром *d*, мм, если объемный расход воздуха составляет 1500 м3/ч.

6.3. Определить потери в местных сопротивлениях □*р*м, Па, приточной вентсистемы, если расход воздуха составляет *L*, м3/ч; диаметр – *d*, мм. Местные сопротивления включают: три жалюзийные решетки, колено 120°, тройник.

Тема 7

7.1. Подобрать фильтр для приточной системы вентиляции, если объемный расход воздуха в системе составляет 600 м3/ч.

7.2. Подобрать фильтр для приточной системы вентиляции, если объемный расход воздуха в системе составляет *L*, м3/ч.

7.3. Подобрать вентилятор марки Ц4-70 для приточной системы вентиляции, если объемный расход воздуха в системе составляет 650 м3/ч, суммарные потери давления – 4,98 кгс/м2.

Тема 8

8.1. Рассчитать воздуховод равномерной раздачи с постоянным диаметром 300 мм с выпуском воздуха через щель переменной по длине воздуховода ширины. Расход воздуха в начальном сечении – 10 000 м3/ч; длина воздуховода – *l,* м; абсолютная шероховатость стенок составляет 0,1 мм. Скорость воздуха на выходе из щели принять равной 7 м/с; коэффициент местного сопротивления выхода принять равным 2,0.

8.2. Рассчитать воздуховод равномерного всасывания с постоянным поперечным сечением 800 х 800 мм. Расход удаляемого воздуха – *L*, м3/ч; длина воздуховода составляет 15 м; абсолютная шероховатость стенок составляет 0,1 мм. Коэффициент местного сопротивления входа принять равным 1,5.

8.3. Рассчитать воздуховод равномерного всасывания с постоянным поперечным сечением 200 х 400 мм. Расход удаляемого воздуха – 3000 м3/ч; длина воздуховода составляет 5 м; абсолютная шероховатость стенок составляет 0,1 мм. Коэффициент местного сопротивления входа принять равным 1,5.

Тема 9

9.1. Рассчитать параметры периодически действующей воздушной завесы с нижней подачей воздуха для ворот высотой Нпр, м. Ширина ворот составляет 3,2 м. Температура наружного воздуха составляет –35°С; температура внутреннего воздуха составляет 20°С; скорость ветра равна 5,3 м/с; высота здания составляет 12 м. Завеса с внутренним воздухозабором из рабочей зоны; угол наклона щели принять 30°. Ширину щели в первом приближении принять равной 0,15 м.

9.2. Условия те же, что и в задаче 1, но завеса с наружным воздухозабором.

9.3. Рассчитать параметры периодически действующей воздушной завесы с боковой односторонней подачей воздуха для ворот высотой 3 м и шириной Впр, м. Температура наружного воздуха составляет –30°С; температура внутреннего воздуха составляет 15°С; Максимальная разность давления составляет 20 Па. Завеса с внутренним воздухозабором из рабочей зоны; угол наклона щели принять 30°. Ширину щели в первом приближении принять равной 0,05 м.