

30.03.182.

04.08-08/59

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)



Дополнительное образование

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ,
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ДЕТЕЙ И ВЗРОСЛЫХ
«Практико-ориентированная программа
«Хладоносители в холодильной технике»»

Регистрационный № 180324

Автор: Галкин М.Л.

Москва - 2018 г.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Программа направлена на получение знаний в области молекулярно-кинетической теории для описания процессов теплопередачи при низких температурах, выбору материалов из которых сделаны части холодильных систем и рабочих жидкостей, практическим навыкам работы с теплопередающими жидкостями.

1.2. Цель программы – дать основные знания и практические навыки работы с типовыми хладонносителями и формирование исследовательских умений наблюдать, сравнивать, анализировать. Повышение престижа рабочих профессий и развитие профессионального образования путем гармонизации лучших практик и профессиональных стандартов. Подготовка к участию в конкурсе по профессиональному мастерству.

1.3. Категория слушателей – лица не моложе 14 лет, обучающиеся и выпускники общеобразовательных учебных заведений.

1.4. Задача программы: дать первоначальные сведения об основных процессах в системах холодоснабжения, методах измерения состава и свойств хладонносителей, основным оценкам энергоэффективности систем холодоснабжения, познакомить с типовым лабораторным оборудованием измерения свойств хладонносителей, дать практические навыки работы с хладонносителем, показать взаимосвязь вида хладонносителя и концентрации основного компонента с эффективностью и надежностью работы систем холодоснабжения.

1.5. Трудоемкость обучения: 36 учебных часов, в том числе: лекций – 10 аудиторных часов, практических занятий – 11 аудиторных часов, лабораторных работ – 12 аудиторных часов и 3 часа самостоятельной работы.

1.6. Режим занятий: обучение производится 6 раз в неделю по 6 академических часов. В последний день предусматривается итоговое мероприятие – зачет.

1.7. Форма обучения: очная.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

2.1. СЛУШАТЕЛЬ, ОСВОИВШИЙ ПРОГРАММУ, ДОЛЖЕН:

2.1. Знать:

- основные законы и методы физики;
- аспекты применения систем холодоснабжения с вторичным контуром;
- виды хладонносителей и правила эксплуатации;
- основы совместимости хладонносителей и конструкционных материалов.

2.2. Уметь:

- подбирать оптимальный по совокупности свойств хладонноситель;
- осуществлять контроль эффективности систем холодоснабжения через состав и свойства хладонносителя.

2.3. Владеть:

- приборами и методами измерения свойств хладонносителей;
- навыками и способами практической работы с хладонносителями;
- алгоритмами и методами изменения состава хладонносителей.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Виды занятий	Объем занятий, час
Аудиторные занятия	33 аудиторных часа
из них:	
Лекции	10 аудиторных часов
Практические занятия	11 аудиторных часов
Лабораторные работы	12 аудиторных часов
Самостоятельная работа	3 часа
Итоговое мероприятие	зачет
Всего:	36

3.2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование модуля (раздела, темы)	Всего часов	в т. ч. аудиторная:			Самостоятельная работа	Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Теплообменные системы	4	2	2	-	-	-
2.	Теплопередающие жидкости	6	2	2	2	1	Собеседование
3.	Методы измерения свойств хладоносителей.	16	4	4	8	1	Собеседование
4.	Процессы в теплообменных системах	7	2	3	2	1	Собеседование
5.	Итоговое мероприятие	-	-	-	-	-	зачет
Итого		36	10	11	12	3	-
				33			

3.3 КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Наименование раздела	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день
1	Теплообменные системы						
2	Теплопередающие жидкости						
3	Методы измерения свойств хладоносителей						
4	Процессы в теплообменных системах						
5	Итоговое мероприятие						

Минимальный срок освоения программы - 6 дней.

3.4. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

№ п/п	Тема лекции, практических занятий, лабораторных работ, заданий для самостоятельной работы слушателей	Содержание лекционных и практических занятий, используемых образовательных технологий и самостоятельной работы слушателей; перечень рекомендуемой литературы
1	Тема 1. Теплообменные системы	Лекция 1. Системы холодоснабжения и жизнеобеспечения. Системы отопления. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха. Системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания. Тепловые насосы. Холодильное оборудование на транспорте. Прочие системы охлаждения в энергетике, теплотехнике, металлургии, металлообработке и др. Практическое занятие 1. Основные виды теплообменных систем с вторичным контуром.
2	Тема 2. Теплопередающие жидкости	Лекция 2. Классификация. Теплофизические свойства. Надежность. Долговечность. Энергоэффективность. Безопасность. Экономичность. Совместимость. Практическое занятие 2. Основные виды теплопередающих жидкостей. Правила выбора. Лабораторная работа 1. Техника безопасности при работе со сжатыми газами и с сосудами, находящимися под давлением. Тепловое расширение хладоносителей.
3	Тема 3. Методы измерения свойств хладоносителей	Лекция 3. Методы контроля: физические, химические и электрохимические. Критические температуры. Плотность. Индекс преломления. Тепловое расширение. Теплопроводность. Теплоемкость. Вязкость. Поверхностное натяжение. Коррозионная активность. Химический состав. Микробиологический контроль.
		Токсичность. Электропроводность. Практическое занятие 3. Определение теплофизических свойств хладоносителей. Практическое занятие 4. Определение состава и прогнозирование эксплуатационных свойств хладоносителей. Лабораторная работа 2. Определение температуры кипения. Лабораторная работа 3. Определение температуры начала кристаллообразования. Лабораторная работа 4. Определение плотности. Лабораторная работа 5. Определение индекса преломления.
4	Тема 4. Процессы в теплообменных системах	Лекция 4. Процессы, протекающие в теплообменных системах при длительной эксплуатации. Деструкция компонентов теплопередающих жидкостей. Изменение гидродинамических свойств. Изменение эффективности теплопередачи. Накопление дислокаций и напряжений в конструкционных материалах вторичного контура систем холодоснабжения. Коррозия и биопроцессы во вторичном контуре систем холодоснабжения. Практическое занятие 5. Оценка влияния на энергоэффективность систем холодоснабжения

		<p>процессов коррозии конструкционных материалов и деструкции рабочих веществ.</p> <p>Практическое занятие 6. Рационализаторство при выборе пар конструкционных материалов и рабочих веществ.</p> <p>Лабораторная работа 6. Вязкость хладоносителей.</p>
5	Итоговое мероприятие	<p>Зачет. Зачет проводится в присутствии только экзаменаторов. Экзаменаторами могут быть только преподаватели, участвующие в реализации программы. Средства оценки текущей успеваемости по итогам освоения ДПП «Хладоносители в холодильной технике» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов: ответ на вопросы экзаменатора; общая дискуссия; сравнительная оценка, анализ ошибок; итоговое обсуждение результатов обучения.</p> <p>Оценка успешности освоения: «зачет» - более 75% правильных ответов; «незачет» - менее 75% правильных ответов.</p> <p>Регламент проведения зачета включает в себя следующие действия: получении экзаменуемым билета с вопросами, самостоятельной подготовки к письменному ответу на вопросы билета с использованием справочных материалов в течение времени не более 45 минут, проверке экзаменатором письменных ответов на вопросы билета, ответы на дополнительные вопросы экзаменатора, оценивании экзаменатором совокупности письменных и устных ответов экзаменуемого с учётом его активности при проведении занятий.</p> <p>Билет для проведения зачёта включает два вопроса из четырёх рассмотренных тем. В качестве дополнительных вопросов по не охваченным в вопросах и задаче темам могут быть использованы варианты тестов по темам.</p>
6		Рекомендуемая литература:
	Основная:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Теплотехника: учебник для вузов / Александров А. А., Архаров А. М., Архаров И. А. [и др.]; общ. ред. Архаров А. М., Афанасьев В. Н. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 791 с.: ил. - Библиогр.: с. 788. - ISBN 978-5-7038-3370-4. 2. Арханров А.М. Основы криологии. Энтропийно-статистический анализ низкотемпературных систем. М.: изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2014. 507 с. 3. Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты : учебник для вузов / Архаров А. М., Архаров И. А., Антонов А. Н. [и др.] ; общ. ред. Архаров А. М., Буткевич И. К. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 582 с. : ил. - Библиогр.: с. 581-582. - ISBN 978-5-7038-3477-0.
	Дополнительная	<ol style="list-style-type: none"> 4. Галкин М.Л. Повышение энергоэффективности и промышленной безопасности систем холодоснабжения с промежуточным хладоносителем: Диссертация док. техн. наук. Москва, 2013. 282 с. 5. ГОСТ 28084-89. Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия. М.:

Стандартинформ, 2007. 16 с.

6. Melinder A. Thermophysical properties of aqueous solutions used as secondary working fluids. Stockholm, 2007. 239 p.

7. Белозеров Г.А. и др. Научно-методические рекомендации по применению хладоносителей на предприятиях АПК. М.: Россельхозакадемия, 2007. 126 с.

8. Семёнова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от коррозии / Под ред. И. В. Семёновой. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 336 с.

4. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Промежуточная форма контроля

Промежуточный контроль определяет уровень усвоения изученного учебного и практического материала.

Более 75% правильных ответов – оценка «зачтено»;

Менее 75% правильных ответов – оценка «не зачет».

Варианты вопросов к промежуточной форме контроля:

1. Сформулируйте основные причины применения систем холодоснабжения с вторичным контуром, их преимущества и недостатки в сравнении с системами непосредственного охлаждения.
2. Принцип действия тепловых насосов, их виды и рабочие вещества.
3. Какие теплопередающие жидкости называют хладоносителями, теплоносителями, антифризами?
4. Приведите классификацию теплопередающих жидкостей.
5. Назовите относительные достоинства и недостатки солевых хладоносителей.
6. Эвтектические растворы в холодильной технике.
7. Какую минимальную температуру эксплуатации системы холодоснабжения с вторичным контуром может обеспечить органический теплоноситель? Приведите примеры и объясните протекающие в теплопередающей жидкости процессы при околокритических температурах.
8. Проследите путь теплового потока от охлаждаемой среды (потребителя холода) через теплопередающую жидкость к хладагенту до сброса теплоты в окружающую среду (холодильной цепи). Перечислите способы передачи теплоты, реализуемые на пути теплового потока и проанализируйте степень влияния каждого из этапов теплопередачи на интенсивность и эффективность процесса в целом, а также определите основные физические величины, их размерность и значимость (оцените весовой коэффициент вклада) для каждого элемента в холодильной цепи.
9. Какие параметры определяют совместимость конструкционных материалов и рабочих веществ систем холодоснабжения?
10. Дайте определение температуры кипения вещества. Как температура кипения зависит от давления? Как такая зависимость изменяется в процессе перегонки?
11. Как определяют температуру кипения отдельных фракций?
12. По каким физическим константам определяют степень чистоты вещества?
13. Что такое плотность жидкости, от чего она зависит?
14. Опишите известные вам способы измерения плотностей жидкостей и газов.
15. Что такое показатель преломления? Для чего и как используется эта величина?
16. Сформулируйте закон преломления и поясните физический смысл относительного и абсолютного показателей преломления.

17. От каких свойств материала зависит значение показателя преломления?
18. В чем заключается явление полного внутреннего отражения и какова его природа? Какой угол называют предельным (критическим)?
19. Как изменяется показатель преломления от концентрации основного вещества в хладоносителях?
20. Почему приборы, предназначенные для определения показателя преломления, называются рефрактометрами?
21. Что такое вязкость жидкости и что она характеризует?
22. Что такое температура плавления? Чем она отличается от температуры замерзания, размораживания и начала кристаллизации?
23. Какими параметрами можно оценить энергоэффективность систем холодоснабжения?

5. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ


При проведении занятий и зачете итоговой работы используются: мультимедийный проектор, персональный компьютер, экран, лазерная указка, современное лабораторное оборудование отечественного и зарубежного производства, современные низковязкие и сверхнизковязкие хладоносители и эвтектические составы.

5.2. КВАЛИФИКАЦИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, УЧАСТВУЮЩИХ В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Образование	Должность, ученая степень, звание. Стаж работы в данной или аналогичной должности, лет
1	Аленг Константин Александрович	высшее	ассистент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, педагогический стаж 2 года
2	Борисенко Артём Витальевич	высшее	ассистент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, педагогический стаж 2 года
3	Казакова Анастасия Алексеевна	высшее	доцент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, к.т.н., педагогический стаж 7 лет
4	Жаров Антон Андреевич	высшее	доцент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, к.т.н., доцент, педагогический стаж 10 лет
5	Давров Николай Алексеевич	высшее	профессор кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, д.т.н., доцент, педагогический стаж 24 года
6	Шереметьев Станислав Сергеевич	высшее	ассистент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, педагогический стаж 2 года
7	Щишов Виктор Викторович	высшее	доцент кафедры Э4 МГТУ им. Н.Э.Баумана, к.т.н., доцент, педагогический стаж 34 года

Автор программы:
профессор кафедры «Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения» (Э-4)
МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

СОГЛАСОВАНО:
Начальник УМО ИСОТ
МГТУ им. Н.Э. Баумана




М.И. Галкин

А.Ю. Шмаков