

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

ПРОГРАММА

вступительного испытания при поступлении в магистратуру
на направление подготовки высшего образования

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

по магистерской программе

«Технологии производства электрической и тепловой энергии»

Санкт-Петербург
2017

Программа вступительного испытания в магистратуру по направлению 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» разработана на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень магистратуры) и утверждена на заседании кафедры теплотехники и теплоэнергетики (протокол № 8 от 21 сентября 2017 г.)

Поступить на программу 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» имеют право лица, имеющие документы о высшем образовании и квалификации.

Методические указания к программе вступительного испытания

Основной целью вступительного испытания в магистратуру является определение возможности к обучению по программе, а также знаний:

- основной терминологии, относящейся к теплотехнике и теплоэнергетике;
- понятий и законов термодинамики, тепломассообмена и гидрогазодинамики;
- основных принципов и законов функционирования теплоэнергетических систем, а также методов их анализа, расчета и синтеза;
- принципов действия современных типов теплогенерирующих установок, особенностей их схем и конструкций;
- основы теории и пути повышения энергоэффективности в теплоэнергетике.

I. Содержание, структура и форма проведения вступительного испытания

На вступительном испытании соискатель должен продемонстрировать сформированность основных профессиональных компетенций в высшем учебном заведении по программам бакалавриата:

- способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

- способность проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;
- способность к проведению экспериментов по заданной методике и анализу результатов с привлечением соответствующего математического аппарата;
- способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности процессов, протекающих в объектах тепломассообменного энергетического оборудования.

Вступительное испытание по направлению подготовки магистратуры **13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника** проводится в виде письменного экзамена, включающего в себя 50 тестовых заданий и 2 вопроса, требующих развернутого ответа. Продолжительность вступительного испытания 2 (два) астрономических часа.

II. Разделы, рассматриваемые в ходе вступительного испытания

Раздел 1.

1. Термодинамическая система, ее взаимодействие с окружающей средой; параметры и уравнения состояния рабочего тела. Термодинамическая шкала температур.

2. Функции состояния вещества: внутренняя энергия, энтальпия, их полные и удельные величины и обозначения.

3. Идеальный газ: формулировка и уравнения состояния идеального газа Клапейрона и Клапейрона-Менделеева. Молекулярная масса газа, универсальная газовая постоянная, индивидуальная газовая постоянная данного газа.

4. Смеси идеальных газов, парциальное давление, закон Дальтона, теплоемкость идеально-газовой смеси.

5. Теплоемкость идеального газа, теплоемкости c_p и c_v , их особенности и связь между ними, формула Майера, зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость реального газа.

6. Эквивалентность теплоты и работы, опыт Джоуля. 1-й закон термодинамики: формулировки, аналитическое выражение применительно к

термическим процессам. Известные виды энергии, их взаимоотношение с 1-м законом термодинамики.

7. Цикл, термический КПД, источники тепла. Цикл Карно, обратимость цикла.

8. Энтропия: физическое содержание, тепловая диаграмма процессов и цикла.

9. 2-й закон термодинамики, его формулировки.

9. Основные термодинамические процессы: виды (наименования), обобщенные уравнения, рабочая и тепловая диаграммы процессов.

10. Процессы сжатия газа в компрессоре: идеальная и реальная диаграммы и работа цикла.

11. Многоступенчатое сжатие газа: необходимость охлаждения газа, распределение давлений между ступенями при минимизации суммарной работы сжатия.

12. Опыт Эндрюса, фазовые переходы и состояния веществ, критическая точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

13. Вода и водяной пар, удельные параметры (давление и температура), функции состояния в фазовых переходах (энтальпия, энтропия), диаграммы и наименования состояния в координатах v - p , s - T . Состояние среды в критической точке.

14. Однофазное и двухфазное состояние воды и водяного пара: степени сухости и влажности, их изменения. Термодинамические процессы, их анализ в рабочих и тепловых координатах.

15. Уравнение Бернулли, виды давления.

16. Суживающееся сопло, истечение газа: расчеты параметров состояния, скорости истечения и расхода газа.

17. Графики расхода и давления газа при истечении. Скорость звука. Переход через скорость звука. Сопло Лаваля.

18. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания: Отто, Дизеля, Тринклера. Расчет теплоты, работы и КПД цикла. Соотношения параметров состояния рабочего тела в процессах цикла.

19. Теплосиловые паровые циклы Карно и Ренкина, анализ потерь.

20. Методы повышения термического КПД цикла Ренкина: промежуточный перегрев пара, регенеративный подогрев питательной воды, диаграммы цикла, расчетные соотношения КПД.

Раздел 2.

1. Температурное поле тела, изотермы, температурный градиент. Уравнения стационарного и нестационарного температурного поля.

2. Тепловой поток. Закон Фурье. Перенос теплоты, теплопроводность веществ: обозначение, физический смысл, размерность, величины для различных веществ.

3. Условия и допущения для вывода дифференциального уравнения теплопроводности.

4. Общее дифференциальное уравнение расчета поступающей теплоты извне и выделившейся в рассматриваемом элементарном объёме за счет внутренних источников.

5. Дифференциальные уравнения энергии для изохорного и изобарного процессов переноса теплоты в твердом теле. Дифференциальное уравнение теплопроводности, оператор Лапласа в декартовой системе координат.

6. Дифференциальное уравнение теплопроводности, лапласиан в цилиндрической системе координат. Коэффициент температуропроводности вещества: вывод, физический смысл, размерность.

7. Краевые условия для процессов теплопроводности: их необходимость, виды (геометрические, физические, начальные).

8. Граничные условия для процессов теплопроводности: виды, физический смысл, математические формулировки.

9. Стационарная теплопроводность однородной и многослойной плоской стенки при граничных условиях 1-го и 3-го рода: графические изображения, дифференциальные уравнения, решения, термические сопротивления.

10. Стационарная теплопроводность однородной и многослойной цилиндрической стенки при граничных условиях 1-го и 3-го рода: графические изображения, дифференциальные уравнения, решения, термические сопротивления.

11. Тепловой поток, его плотности: объемная, поверхностная, линейная, их размерности и применение.

12. Теплообмен: перепад температур (температурный напор), свободная и вынужденная конвекция. Коэффициент теплообмена: физический смысл, размерность, применение. Перепад температуры (температурный напор).

13. Теплоотдача, графическое изображение, закон Ньютона-Рихмана: дифференциальная и интегральная формы уравнения, анализ составляющих уравнения.

14. Пограничный слой, режимы течения, число Рейнольдса, его величины для характеристики режимов течения, распределение скоростей по сечению канала.

15. Подобие и моделирование процессов теплообмена. Числа подобия Нуссельта, Пекле, Грасгофа, Архимеда, их физический смысл, расчетные формулы.

16. Расчет коэффициента теплоотдачи при продольном и поперечном омывании трубы.

17. Теплообмен излучением, закон Стефана-Больцмана.

18. Классификация теплообменных аппаратов (ТОА). Тепловой расчет рекуперативного ТОА: основная задача, средняя разность температур (с графиками тепловых схем). Уравнения теплопередачи и баланса теплоты (с учетом КПД ТОА) рабочих сред.

19. Гидромеханический расчет теплообменного аппарата: цель, виды гидравлических сопротивлений, расчет потерь напора и мощности, необходимой для перемещения жидкости.

20. Критический диаметр цилиндрической стенки. Пути интенсификации теплопередачи.

Раздел 3.

1. Классификация нагнетателей. Основные рабочие параметры машин, подающих жидкости и газы.

2. Параметры, характеризующие совместную работу насоса и трубопроводной системы?

3. Вывод уравнения Леонарда Эйлера для определения теоретического напора центробежного насоса. Формы рабочих лопаток.

4. Определение гидравлического КПД, объемного КПД, внутреннего КПД, общего механического КПД, полного КПД нагнетателя.

5. Формулы пропорциональности, используемые для пересчета характеристик при изменении частоты вращения вала центробежной машины.

6. Испытания насосов. Какие характеристики снимаются при испытаниях? Определение допустимой высоты всасывания жидкости.
7. Физический смысл явления кавитации и ее влияния на работу центробежных насосов, мероприятия по борьбе с кавитацией.
8. Определение самотяги. Формула для расчета, в каком оборудовании энергетического блока она реализуется и ее влияние на работу дымососа.
9. Работа центробежно-вихревого насоса. Принципиальная схема и принцип действия струйного насоса.
10. Принципиальная тепловую схему паротурбинной установки (ПТУ) с основными элементами энергоблока.
11. Тепловая схема энергоблока с промежуточным перегревом, 3-мя отборами пара на подогреватель низкого давления, деаэратор и подогреватель высокого давления.
12. Назначение, принцип работы деаэратора в тепловой схеме паротурбинного энергетического блока.
13. Основные исходные данные, необходимые при проектировании турбины.
14. Назначение конденсатора паротурбинной установки. Необходимость создания и причина возникновения вакуума в конденсаторе паровой турбины.
15. Влияние влажности пара на износ проточной части турбины.
16. s-h-диаграмма расширения пара в многоступенчатой турбине с промежуточным перегревом и нерегулируемыми отборами пара.
17. Причины, необходимость и решаемые задачи перехода от тепловых электростанций к теплоэнергоцентралям.
18. Причины падения и способы поддержания вакуума в конденсаторе паровой турбины.
19. Принцип действия парогазовой тепловой электростанции, достоинства и недостатки применения ПТУ+ГТУ в стационарной энергетике.
20. Диапазоны КПД, свойственные тепловым электростанциям, ПТУ+ГТУ и теплоэлектроцентралям.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Андреев В.В., Лебедев В.А., Спесивцев Б.И. Теплотехника: учебник, электронное издание, № госрегистрации 0321601812, СПб, СПГУ «Горный», 2016.
2. Луканин, В.Н. Теплотехника. 7-е изд., испр. / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров и др. - М.: Высшая школа, 2009. - 671 с.
3. Теплотехника: учебник для студ. высш. учеб. заведений (под. ред. М.Г. Шатрова. – 2-е изд., испр.)/М.Г. Шатров, И.Е. Иванов, С.А. Пришвин, Л.М. Матюхин, А.Ю. Дунин, В.Е. Ерещенко. М.: Издательский центр "Академия", 2012 г., 288 с.
4. Руднева, Л.В. Теплотехника. Учебное пособие. 2-е изд., стер. / Л.В. Руднева. - СПб.: Лань П, 2016. - 208 с.

Дополнительная литература

1. Тепломассообмен. Учебное пособие для вузов./Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев. 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство МЭИ, 2006. - 550 с., ил.
2. Бельский А.П., Лакомкин В.Ю. Специальные вопросы тепломассообмена в энергетических и теплотехнологических процессах и установках: учебное пособие. - Изд. 2-е, испр. и доп. - ГОУ ВПО СПбГТУРП. - СПб., 2011. - 98 с.
3. Сапожников С.З. Китанин Э.Л. Техническая термодинамика и теплопередача: Учебник для вузов. - СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. - 319 с.
4. Теплотехника. Учебник. /А.М. Архаров и [др.] – 3-е изд., – М.: Энергия, 2011.
5. Ляшков В.И. Теоретические основы теплотехники: Учебное пособие. - Москва. Издательство "Машиностроение", 2005. - 260 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Библиотеки

- | | | |
|---|--|--|
| 1 | Библиотека Санкт-Петербургского горного университета | www.spmi.ru/univer/biblio |
| 2 | Российская государственная библиотека | www.rsl.ru |

- | | | |
|---|---|--|
| 3 | Российская национальная библиотека | www.nlr.ru |
| 4 | Библиотека Академии наук | www.rasl.ru |
| 5 | Библиотека по естественным наукам РАН | www.benran.ru |
| 6 | Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) | www.viniti.ru |
| 7 | Государственная публичная научно-техническая библиотека | www.gpntb.ru |
| 8 | Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета | www.geology.spbu.ru/library/ |
| 9 | Научная электронная библиотека eLIBRARYRU | elibrary.ru |

Специальные интернет-сайты

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | Информационно-справочный сайт | www.exponenta.ru |
| 2 | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" | window.edu.ru/window/ |