



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Факультет энергетики и электроники

Кафедра «Турбиностроение»
Кафедра «Тепловые двигатели»



УТВЕРЖДАЮ

Ректор БГТУ

О.Н. Федонин

« 01 » июня 2022 г.

ПРОГРАММА

**вступительного испытания по специальной дисциплине
для поступающих на обучение по программам подготовки научных
и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели**

Брянск 2022

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине для поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели.

Разработал:
Заведующий кафедрой
«Турбиностроение»
К.т.н., доцент

 /Осипов А.В./

Разработал:
Заведующий кафедрой
«Тепловые двигатели»
доктор техн. наук, доцент

 /Обозов А.А./

Программа вступительного испытания рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Турбиностроение»: протокол № 9 от «20» мая 2022г.

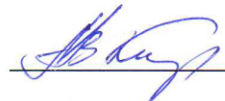
Заведующий кафедрой
канд. тех. наук, доцент

 /Осипов А.В./

Программа вступительного испытания рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Тепловые двигатели»: протокол № 5 от «19» 05 2022г.

 /Обозов А.А./

Проректор по перспективному развитию
д.т.н., профессор

 /Киричек А.В./

© Осипов А.В., Обозов А.А.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Вступительное испытание при приеме в аспирантуру по специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели (далее – аспирантура) проводится ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» (далее – Университет, вуз, БГТУ) самостоятельно.

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета.

Вступительное испытание при приеме в аспирантуру проводится на государственном языке Российской Федерации в письменной или устно-письменной форме.

Вступительные испытания могут проводиться: 1) при личном присутствии в Университете претендента на обучение в аспирантуру (контактный формат); 2) при отсутствии в Университете претендента на обучение в аспирантуру (дистанционный формат).

При контактном формате проведения вступительного испытания претендент лично присутствует на вступительном испытании, которое проводится в Университете в заранее определенной аудитории.

При невозможности присутствия в Университете претендента на обучение в аспирантуру вступительное испытание полностью проводится с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (дистанционный формат).

Проведение вступительного испытания в дистанционном формате допускается в следующих случаях:

- при возникновении у поступающего исключительных обстоятельств (уважительных причин), препятствующих его личному присутствию в Университете для прохождения вступительных испытаний;
- при нормативно-правовом установлении особого режима работы Университета, не допускающего личное присутствие поступающих в Университете.

К исключительным обстоятельствам, препятствующим поступающему лично присутствовать в Университете при прохождении вступительных испытаний, относится, при наличии подтверждающих документов, состояние здоровья для поступающих -инвалидов и поступающих с ограниченными возможностями здоровья.

Нормативно-правовое установление особого режима работы Университета, обусловленное чрезвычайной ситуацией или режимом повышенной готовности техногенного, биологического, экологического или иного характера, регулируется нормативно-правовым актом учредителя

Университета или высшего должностного лица субъекта Российской Федерации и делает невозможным контактный формат проведения вступительного испытания в Университет.

Решение о формате прохождения поступающим вступительного испытания принимает приемная комиссия Университета.

При нормативно-правовом установлении особого режима работы Университета, не допускающего личное присутствие поступающих в Университете при прохождении вступительного испытания, решение о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (в дистанционном формате) принимается единообразно для всех поступающих.

Формат проведения вступительного испытания доводится до сведения поступающего заблаговременно.

При проведении вступительного испытания Университетом могут использоваться следующие дистанционные технологии: электронная информационно-образовательная среда вуза, видеоконференцсвязь, электронная почта, компьютерное тестирование.

2. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В КОНТАКТНОМ ФОРМАТЕ

Длительность проведения вступительного испытания в контактном формате - 2 астрономических часа (120 минут).

Экзаменационный билет содержит 3 вопроса. Перечень вопросов, содержащихся в экзаменационных билетах, представлен в п. 4 настоящей программы.

За отведенное время поступающий должен представить письменные развернутые ответы на каждый вопрос экзаменационного билета. Ответы поступающий записывает на бланке приемной комиссии Университета, который он получает вместе с экзаменационным билетом.

Результаты вступительного испытания оцениваются по стобальной шкале (100 баллов).

За ответы на вопросы экзаменационного билета может быть начислено:

- за ответ на первый вопрос билета – до 33 баллов;
- за ответ на второй вопрос билета – до 33 баллов;
- за ответ на третий вопрос билета – до 33 баллов.

Применяются критерии оценки знаний, представленные в таблице 1.

Методика выставления оценки базируется на совокупной оценке всех членов экзаменационной комиссии, сформированной на основе независимых оценок каждого члена комиссии. Итоговая оценка поступающего за вступительное испытание рассчитывается как сумма полученных баллов за ответы на все вопросы экзаменационного билета.

Минимальная положительная оценка для аттестации по вступительному испытанию – 41 балл, максимальная оценка – 100 баллов. Дополнительный балл добавляется в случае высокого уровня ответа на все вопросы экзамена.

После проверки результатов вступительного испытания комиссия может провести индивидуальное собеседование с поступающим для уточнения отдельных положений в рамках вопросов билета.

Обнаружение у поступающего несанкционированных экзаменационной комиссией учебных и методических материалов, пользование любыми средствами передачи информации (электронными средствами связи) является основанием для принятия решения о выставлении оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного испытания («0» по 100-балльной шкале), вне зависимости от того, были ли использованы указанные материалы (средства) при подготовке ответа.

Таблица 1 - Критерии оценивания знаний поступающего при проведении вступительного испытания

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
Вопрос 1	
33	- высокий уровень осведомленности по теме; - ответ на вопрос демонстрирует свободное владение поступающим материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100 %; - на 90 – 100 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
24-32	- средний уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы демонстрируют владение поступающим теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70–89%; - на 70 – 89% продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
16-23	- низкий уровень осведомленности по теме;

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
	- ответы на вопросы выявляют владение поступающим теоретическим материалом на 50 – 69 %; - на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал; - отсутствие у поступающего минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие, слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.
0-16	- неудовлетворительный уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы характеризуют владение поступающим теоретическим материалом менее, чем на 50%; - ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у поступающего осведомленности по теме; - отсутствие у поступающего способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
Вопрос 2	
33	- высокий уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы демонстрируют свободное владение поступающим материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100%; - на 90 – 100% продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
24-32	- средний уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы демонстрируют владение поступающим теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70 – 89 %; - на 70 – 89 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
16-23	- низкий уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы выявляют владение поступающим теоретическим материалом на 50 – 69 %; - на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал; - отсутствие у поступающего минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие, слабовыраженные способности к выявлению причинно-

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
	следственных связей.
0-16	- неудовлетворительный уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы характеризуют владение поступающим теоретическим материалом менее, чем на 50%; - ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у поступающего осведомленности по теме; - отсутствие у поступающего способности анализировать и систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
Вопрос 3	
33	- высокий уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы демонстрируют свободное владение поступающим материалом в рамках обозначенной темы на 90 – 100 %; - на 90 – 100 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
24-32	- средний уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы демонстрируют владение поступающим теоретическим материалом по изучаемым разделам дисциплины на 70 – 89 %; - на 70 – 89 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал, умение обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.
16-23	- низкий уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы выявляют владение поступающим теоретическим материалом на 50 – 69 %; - на 50 – 69 % продемонстрирована способность анализировать и систематизировать теоретический материал; - отсутствие у поступающего минимального объема знаний по ранее изученным и смежным дисциплинам и, как следствие, слабовыраженные способности к выявлению причинно-следственных связей.
0-16	- неудовлетворительный уровень осведомленности по теме; - ответы на вопросы характеризуют владение поступающим теоретическим материалом менее, чем на 50%; - ответы на вопросы свидетельствуют об отсутствии у поступающего осведомленности по теме; - отсутствие у поступающего способности анализировать и

Оценка (баллы)	Критерии оценивания
	систематизировать теоретический материал, умения обрабатывать информацию междисциплинарного характера и устанавливать причинно-следственные связи.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ

Вступительное испытание в дистанционном формате проводится в виде собеседования с использованием технологии видеоконференцсвязи для идентификации личности поступающего в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) БГТУ и письменного изложения вопросов с использованием технологий электронно-образовательной среды в виде прикрепления и проверки эссе. Доступ к ресурсам и технологиям ЭИОС БГТУ осуществляется поступающим через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет.

Длительность проведения вступительного испытания в дистанционном формате определяется заранее и фиксируется в ЭИОС БГТУ.

Результаты вступительного испытания оцениваются по столбальной шкале (100 баллов), т.е. максимальная оценка – 100 баллов.

Набор вопросов для экзамена определяется случайным образом из общего списка (количество вопросов на экзамене – 3).

Общая сумма набранных баллов за правильные ответы является балльной оценкой результата сдачи поступающим вступительного испытания.

Вступительное испытание в форме дистанционного прикрепления эссе проводится с применением технологии видеоконференции в режиме реального времени (для идентификации личности) и может быть записано техническими средствами Университета.

Информация о проведении вступительного испытания с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, а также о дате, времени и способе выхода на связь для его прохождения доводится до поступающего путем размещения информации в личном кабинете поступающего, а также, в случае необходимости, по другим доступным каналам связи (посредством передачи по электронной почте, СМС-уведомлением, путем объявления на официальном сайте вуза в сети Интернет и др.).

Поступающий самостоятельно технически оснащает и настраивает свое индивидуальное автоматизированное рабочее место, которое должно содержать следующие технические средства:

- персональный компьютер, подключенный к информационно-коммуникационной сети Интернет;

- web-камеру, подключенную к персональному компьютеру и направленную на поступающего, обеспечивающую передачу видеоизображения или аудиовидеоинформации;

- комплект акустического оборудования (микрофон и звуковые колонки или только звуковые колонки в случае передачи web-камерой аудиоинформации), обеспечивающего обмен аудиоинформацией между поступающим и членами приемной комиссии Университета.

Доступ к ЭИОС Университета поступающий получает после подачи заявления о приеме с приложением необходимых документов в приемную комиссию Университета и допуска к прохождению вступительных испытаний.

Университет, при необходимости, силами работников приемной комиссии оказывает консультационную поддержку поступающему по техническим вопросам подключения индивидуального автоматизированного рабочего места поступающего к ЭИОС Университета.

Университет, в процессе проведения компьютерного тестирования, может применять систему мониторинга процесса прохождения вступительных испытаний поступающим (прокторинга). В случае применения Университетом системы прокторинга поступающий информируется об этом до начала прохождения процедуры сдачи вступительного испытания.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения поступающим вступительного испытания является материалом для служебного пользования, оглашение которого возможно только по письменному разрешению председателя приемной комиссии Университета, в том числе, в случае подачи поступающим апелляции.

Аудиовидеозапись процедуры прохождения поступающим вступительного испытания наряду с результатами компьютерного тестирования, рассматривается Приемной комиссией Университета при вынесении решения о результатах сдачи поступающим вступительного испытания и/или апелляционной комиссией Университета в случае подачи поступающим апелляции.

Процедуре прохождения поступающим компьютерного тестирования предшествует процедура идентификации его личности, которая

осуществляется путем демонстрации поступающим на web-камеру разворота документа, удостоверяющего его личность и содержащего фотографию, фамилию, имя, отчество (при наличии) поступающего и позволяющего четко сличить фотографию на документе с транслируемым видеоизображением поступающего.

Если поступающий отказался подтвердить согласие с правилами прохождения вступительных испытаний и/или согласие на обработку персональных данных и/или не прошел процедуру идентификации личности, дальнейшие действия поступающего по прохождению вступительного испытания невозможны, вступительное испытание считается не начатым, а по истечении сроков его прохождения – не пройденным (0 баллов).

При прохождении вступительного испытания, поступающий **обязан:**

- не передавать реквизиты доступа к своей учетной записи в ЭИОС Университета третьим лицам;
- обеспечить необходимые условия для работы индивидуального автоматизированного рабочего места, в том числе достаточный уровень освещенности, низкий уровень шума, отсутствие помех передаче видео и аудио сигналов;
- использовать для идентификации оригинал документа, удостоверяющего его личность, с фотографией;
- не покидать зону видимости камеры в течение всего процесса вступительного испытания;
- не отключать микрофон и не снижать его уровень чувствительности к звуку;
- использовать в составе индивидуального автоматизированного рабочего места только одно средство вывода изображения (монитор, телевизионная панель и др.), одну клавиатуру, один манипулятор (компьютерную мышь, трекпойнт и др.);
- не привлекать на помощь третьих лиц, не отвлекаться на общение с третьими лицами и не предоставлять доступ к компьютеру посторонним лицам;
- не использовать справочные материалы, представленные на различных носителях (книги, записи в бумажном и электронном видах и др.), электронные устройства, не входящие в состав автоматизированного рабочего места (мобильные телефоны, планшеты и др.), дополнительные мониторы и компьютерную технику, не открывать вкладки поисковых систем браузера (Яндекс, Google и др.).

Выявление экзаменационной комиссией, в том числе, с применением системы прокторинга, нарушений поступающим указанных выше

обязательств в процессе сдачи вступительного испытания, является основанием для принятия экзаменационной комиссией решения о снижении оценки или выставлении поступающему оценки «неудовлетворительно» по результатам вступительного испытания («0» по 100-балльной шкале).

4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ В ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

1. Физические свойства жидкости и газов. Основные законы и гипотезы, на которых основана гидромеханика.
2. Уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера).
3. Уравнение Бернулли для вязкой несжимаемой жидкости. Физический смысл и применение его в инженерной гидравлике.
4. Высокотемпературные ГТУ, необходимость охлаждения деталей турбины, способы охлаждения, их температурные границы, потери и затраты энергии на охлаждение, процесс расширения газа в охлаждаемой многоступенчатой турбине в T-S-диаграмме.
5. Пути снижения потерь энергии в проточной части турбины, назначение диффузора за последней ступенью, типы применяемых диффузоров.
6. Уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса). Закон трения Стокса.
7. Схемы и циклы ГТУ с промежуточным охлаждением и промежуточным подводом тепла, их особенности, практическое применение.
8. Основные критерии гидродинамического подобия. Их физический смысл.
9. Способы утилизации тепла уходящих газов ГТУ, их схемы, циклы, сравнение, пути реализации.
10. Понятие о пограничном слое. Интегральное соотношение Кармана.
11. Цикл ГТУ с регенерацией тепла уходящих газов, его основные характеристики, преимущества и недостатки.
12. Ламинарный пограничный слой (продольное обтекание тонкой пластины, изменение толщины слоя и касательных напряжений на стенке).
13. Турбулентный пограничный слой (продольное обтекание тонкой пластины, изменение толщины слоя и касательных напряжений на стенке).
14. Центробежные компрессоры, их основные характеристики и сравнение с осевыми компрессорами.

15. Отрыв пограничного слоя. Влияние продольного градиента давления на структуру пограничного слоя. Сопротивление тел при обтекании вязкой жидкости.

16. Работа сжатия, основные характеристики и треугольники скоростей осевых турбокомпрессоров.

17. Характеристические коэффициенты осевой ступени турбомашин.

18. Промежуточный перегрев пара в ПТУ. Разделительное давление и его выбор.

19. Потери энергии от влажности пара. Эрозия. Способы снижения потерь энергии и эрозии от влажности.

20. Регенеративный подогрев питательной воды в ПТУ. Уравнения теплового баланса регенеративных подогревателей. Преимущества и недостатки регенеративного подогрева.

21. Расчет пера рабочей лопатки на растяжение.

22. Принцип действия и треугольники скоростей двухвечной осевой турбинной ступени.

23. Расчет на изгиб лопатки осевой турбины.

24. Дроссельное парораспределение паровой турбины. Тепловой процесс турбины с дроссельным парораспределением в тепловой диаграмме при изменении нагрузки.

25. Колебания лопаток.

26. Сопловое парораспределение паровой турбины. Тепловой процесс турбины с сопловым парораспределением в тепловой диаграмме при частичной нагрузке.

27. Осевое усилие, действующее на ротор турбомашин. Факторы, определяющие осевое усилие на ротор турбомашин. Способы уменьшения осевого усилия.

28. Лабиринтовое уплотнение (устройство и принцип действия). Тепловой процесс лабиринтового уплотнения в тепловой диаграмме. Формула для расчета расхода рабочего тела через лабиринтовое уплотнение.

29. Обеспечение вибрационной надежности облопачивания.

30. Особенности регулирования газовых турбин.

31. Первый закон термодинамики - закон сохранения и превращения энергии. Назовите следствие из этого закона. Второй закон термодинамики. Назовите следствие из этого закона. Работа, внутренняя энергия, энтальпия, температура, теплота, теплоемкость.

32. Термодинамические процессы. Какие процессы называют изотермическими, политропными? Какие процессы называют политропными? Работа и теплота процесса. Обратимые и необратимые

процессы. Дайте определения термодинамическим параметрам: давление, температура, внутренняя энергия, энтальпия, эксэргия.

33. Термодинамические процессы и циклы тепловых двигателей. Обратимые и необратимые циклы двигателей. Циклы с подводом теплоты при постоянном объеме, постоянном давлении и со смешанным подводом теплоты. Какой цикл более эффективен при одинаковых степенях сжатия? Цикл Карно.

34. Сравнение циклов двигателей внутреннего сгорания при одинаковой степени сжатия и при одинаковом максимальном давлении цикла.

35. Идеальные термодинамические циклы двигателей (без наддува, с наддувом). Цикл Карно (в координатах $P-V$ и $S-T$). Оценка термодинамической эффективности реального двигателя методом сопоставления с циклом Карно.

36. Коэффициенты избытка воздуха, молекулярного изменения и остаточных газов.

37. Методы организации процесса сгорания, форма камер сгорания. Основные фазы процесса сгорания и влияние различных факторов на процесс сгорания.

38. Динамика тепловыделения при сгорании. Эмпирическая функция тепловыделения ВИБЕ.

39. Принцип работы и конструкция турбокомпрессора (ТК) для наддува ДВС. Конструкция осевой и радиальной турбин ТК. Многоступенчатые турбины. Располагаемый теплоперепад. Активная и реактивная турбины. Степень реактивности.

40. Потери в агрегатах турбонаддува ДВС (на примере турбины) : потери в соплах, на рабочих лопатках, на трение диска, вентиляционные потери; потери на утечку и охлаждение, выходная потеря, механические потери.

41. Треугольники скоростей радиальной и осевой турбины. Совмещенные треугольники скоростей. Оптимальные соотношения U/C_1 для активной и реактивной турбины.

42. Коэффициенты полезного действия компрессорной и турбинной ступени ТК: адиабатический КПД, окружной КПД, внутренний КПД, механический КПД, эффективный КПД.

43. Сопротивление тел при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях.

44. Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя. Условные толщины пограничного слоя.

45. Ламинарное и турбулентное движение газов.

46. Основное уравнение гидростатики. Теорема Н.Е. Жуковского.
47. Основная теорема кинематики (Первая теорема Гельмгольца). Вторая теорема Гельмгольца. Теорема Стокса. Теорема Томсона.
48. Уравнения количества движения вязкой сжимаемой жидкости (Уравнения Навье-Стокса).
49. Критерии подобия газодинамических процессов.
50. Статистический анализ данных. Дисперсионный, факторный, корреляционный и регрессионный анализ. Статистический анализ данных в среде программирования MS EXCEL (в подразделе «Анализ данных»).
51. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Полиномиальные и степенные модели. Проверка адекватности модели.
52. Методы оптимизации. Дать определение локального и глобального минимума функции. Градиентные методы поиска: движение по градиенту, метод крутого восхождения или наискорейшего спуска.
53. Методы оптимизации. Неградиентные методы поиска экстремума целевой функции при наличии ограничений. Метод Гаусса-Зайделя. Методы случайного поиска. Симплексный метод поиска. Проверка адекватности модели.
54. Вредные химические компоненты, содержащиеся в отработавших газах (ОГ) ДВС, их концентрационные характеристики. Характер воздействия вредных веществ ОГ на организм человека и окружающую среду.
55. Первичные методы снижения вредных выбросов ДВС (методы изменения конструкции ДВС).
56. Вторичные методы снижения вредных выбросов ДВС (методы пост-обработки отработавших газов ДВС). Каталитический нейтрализатор ОГ, SCR- реактор, система EGR рециркуляции ОГ .
57. Минимизация выбросов оксидов азота посредством совершенствования процесса топливоподачи, смесеобразования и сгорания в ДВС.
58. Повышение давления впрыскивания топлива, применение многостадийного впрыскивания, оптимизация формы камеры сгорания как способы снижения выбросов с ОГ оксидов азота, оксида углерода и несгоревших углеводородов.
59. Карбюраторная система смесеобразования бензинового ДВС. Какие коэффициенты избытка воздуха должна обеспечивать система с учетом режима нагрузки двигателя. Вспомогательные системы карбюратора.
60. Процесс топливоподачи дизельного двигателя. Основные конструктивные элементы системы топливоподачи. Конструкция топливного

насоса высокого давления, нагнетательного клапана и форсунки дизельного двигателя.

61. Система топливоподачи дизельного двигателя аккумуляторного типа (система ТПА типа CR), какие конструктивные элементы она содержит? Её преимущества. Электронное управление процессом топливоподачи.

62. Применение газового топлива и биотоплив для питания ДВС. Особенности систем топливоподачи (топливоподготовки), использующих в качестве топлива водород.

63. Силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме, их определение. Порядок построения полярной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку двигателя.

64. Силы инерции, возникающие при работе ДВС. Способы их уравнивания.

65. Механизм Ланчестера для уравнивания сил инерции и моментов первого и второго порядка. Порядок уравнивания центробежных сил инерции масс двигателя, совершающих вращательное движение.

66. Крутильные колебания коленчатого вала ДВС, причины их возникновения. Дифференциальное уравнение, описывающее движение одномассовой крутильной системы, совершающей свободные колебания. От каких конструктивных параметров системы, подверженной крутильным колебаниям (коленчатого вала), зависит частота собственных колебаний?

67. Понятие явления резонанса, при каких условиях он возникает. Методы борьбы с крутильными колебаниями коленчатого вала, возникающими в ДВС. Понятие демпфирования крутильной колебательной системы.

68. Конструкция чувствительного элемента центробежного регулятора частоты вращения вала ДВС. Назначение и принцип его работы.

69. «Восстанавливающая» и «поддерживающая» силы, действующие в чувствительном элементе регулятора при его работе. Баланс данных сил, как условие получения равновесного режима работы двигателя.

70. Устойчивость режимов работы ДВС. Условие получения равновесных режимов, устойчивый режим работы ДВС, неустойчивый режим работы ДВС, определение фактора динамической устойчивости режима работы ДВС (F_d), определение термина «самовыравнивание» режима.

71. От каких параметров конструктивных элементов чувствительного элемента регулятора зависит наклон регуляторной характеристики? Каким

параметром можно охарактеризовать (определить в количественном отношении) наклон регуляторной характеристики?

72. Гидромеханические регуляторы непрямого действия (дать определение). Регулятор непрямого действия с жесткой обратной связью и с гибкой обратной связью (конструкция, принцип действия).

73. Представьте блок-схему бензинового инжекторного ДВС с микропроцессорной системой управления зажиганием и топливopодачей с нейтрализацией отработавших газов.

74. Как хранятся в ЭБУ коды ошибок, возникающих в работе двигателя, и как осуществляется их диагностика и выявление неисправностей?

75. Электронное управление двигателем внутреннего сгорания. Каким образом задается частота следования импульсов для синхронизации работы всех узлов микроконтроллера? Как происходит в электронном блоке управления (ЭБУ) двигателем преобразование сигнала из аналогового в цифровой и наоборот?

76. Опишите совокупность датчиков, используемых в системе электронного управления дизельных двигателей с ТПА типа CR.

77. Методы неразрушающего контроля состояния деталей ДВС: визуальный, капиллярный, магнитно-порошковый, вихретоковый, ультразвуковой, радиографический. Классификация дефектов. Дефекты сварочных швов.

78. Анализ химического состава материала детали: химический анализ, спектральный, рентгеноспектральный. Определение механических свойств: метод твердости и механические испытания образцов.

79. Разборная и безразборная (функциональная) техническая диагностика двигателей внутреннего сгорания. Таблица функций неисправностей (показать на примере диагностирования нарушения регулировок и технического состояния топливной аппаратуры).

80. Статистический анализ диагностической информации. Понятие ошибки первого и второго рода. Доверительный интервал диагностического признака. Теорема Байеса принятия статистических решений при постановке диагноза.

81. Технологии восстановительного ремонта деталей ДВС: обработка под ремонтный размер, применение дополнительных ремонтных деталей, применение поверхностного пластического деформирования, Сварка и наплавка.

82. Технологии изготовления и ремонта деталей ДВС: металлизация поверхностей, гальваническое наращивание, синтетические покрытия, пайка.

83. Технологии изготовления и ремонта деталей ДВС: корпусных деталей, круглых стержней, коленчатых валов, головок цилиндров, втулок цилиндров.

84. Технологии изготовления и ремонта деталей ДВС: ремонт электрооборудования

85. Какие инженерные функции выполняют системы САПР?

86. Почему системы САПР базируются на принципе иерархичности.

87. На каких этапах создания нового продукта закладывается концепция жизненного цикла.

88. Какие возможности при расчете конструкций позволяют реализовать программы ANSYS Mechanical.

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Газовая динамика МЖГ. Под ред А.И. Леонтьева, 1997.
2. Щегляев А.В. Паровые турбины. -М.: Энергия, 1993.
3. Паровые и газовые турбины. Под ред. В.В. Фролова и А.Г. Костюка. – М.: Изд-во МЭИ, 2002.
4. Костюк А.Г. Динамика и прочность турбомашин. –М.: Изд-во МЭИ, 2000.
5. Самойлович Г.С. Гидроаэромеханика. –М.: Машиностроение, 1980.
6. Иванов В.А. Регулирование энергоблоков. –Л.: Машиностроение, 1982.
7. Самойлович Г.С., Трояновский Б.М. Переменные и переходные режимы в паровых турбинах. –М.: Энергоиздат, 1982.
8. Елисеев Ю.С., Манушин Э.А., Михальцев В.Е., Осипов М.И., Суровцев И.Г. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.
9. Газотурбинные установки. Конструкции и расчет. Справочное пособие. –Л.: Машиностроение, 1978.
10. Костюк А.Г., Шерстюк А.Н. Газотурбинные установки. –М.: Высшая школа, 1979.
11. Кириллов И.И. Газовые турбины и газотурбинные установки. –М.: Машгиз, 1956.
12. Ольховский Г.Г. Энергетические газотурбинные установки. –М.: Энергоатомиздат, 1985.
13. Дейч М.Е. Техническая газодинамика. М.: Энергоиздат, 1974. 592 с.

14. Кириллов И.И., Иванов А.И., Кириллов А.И. Паровые турбины и паротурбинные установки. Л.: Машиностроение, 1978. 278 с.
15. Кириллов И.И. Теория турбомашин. Л.: Машиностроение. 1972, 536 с.
16. Турбины тепловых и атомных электрических станций / А.Г. Костюк и др. М.: МЭИ, 256 с
17. Седов Л.И. Механика сплошной среды. М.: Наука, 1976. 536 с.
18. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины. М.: Энергоатомиздат, 1990. 468 с.
19. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок / В.Л. Иванов и др. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 346 с.
20. Пчелкин Ю.М. Камеры сгорания газотурбинных двигателей. М.: Машиностроение, 1984. 280 с.
21. Теплообменники энергетических установок /Ю.М. Бродов и др. Екатеринбург: Сократ, 2003, 968 с
22. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей: учебник для вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/ Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин [и др.]; под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. –4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. –372 с.
23. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей: учебник для вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/ С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин [и др.]; под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. –3-изд. перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1985.– 456 с.
24. Двигатели внутреннего сгорания. Конструкция и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»/ Д.Н. Вырубов, С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко [и др.]; под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. –4-изд. перераб и доп. – М.: Машиностроение, 1984.–384 с.
25. Дьяченко, Н.Х. Теория двигателей внутреннего сгорания/ Н.Х. Дьяченко [и др.]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/>.
26. Кавтарадзе, Р.З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы/ Р.З. Кавтарадзе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 720 с.

27. Колчин, А.М. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов/А.И.Колчин, В.П.Демидов.-4-е изд., стер. – М.: Высш. школа.- 2008. –496 с.
28. Попык, К.Г. Автомобильные и тракторные двигатели. Часть 2. / М.: Высшая школа, 1976. – 280 с.
29. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. Учебник для вузов / 2-е изд. –М.: Легион Автодата, 2005. – 344 с.
30. Бош. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. Первое русское издание. –М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 480 с.
31. Марков В.А., Девянин С.Н., Мальчук В.И. Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. –2007. – 360 с.
32. Ао Ки М. Введение в методы оптимизации/М.,Наука,1977. –334 с.
33. Пшеничный Б.М., Данилин Ю.М. Численные методы в экстремальных задачах/ М., Наука, 1975. –320 с.
34. Лесин В. В. Основы методов оптимизации: учебное пособие для вузов / Лесин Виктор Васильевич, Лисовец Юрий Павлович. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 352с.
35. Кудинов А.А. Техническая гидромеханика. – М.: Машиностроение, 2008. – 368 с.
36. Угинчус, А.А. Гидравлика и гидравлические машины / А.А. Угинчус. – М.: ООО «ТИД «Аз–book»», 2009. – 395 с.
37. Рогалев, В.В. Теория рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания [Текст] + [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Рогалев. – Брянск: БГТУ, 2010. – 222 с. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>.
38. Рогалев, В.В. Камеры сгорания поршневых двигателей [Текст] + [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Рогалев. – Брянск: БГТУ, 2018. – 145 с.
39. Рогалев, В.В. Агрегаты наддува. [Текст] + [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.В. Рогалев, А.М. Дроконов, А.А. Зинуков. – Брянск: БГТУ, 2008. – 198 с.
40. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2007. — 736 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/720>. — Загл. с экрана.

41. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс]: учеб. - Электрон. дан. - Москва : Машиностроение, 2013. — 598 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/37005>. — Загл. с экрана.

42. Акимов, С.В. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов / С.В. Акимов, Ю.П. Чижков. — М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2004. — 384 с. — ISBN 5-85907-274-0(3).

43. Сига, Х. Введение в автомобильную электронику / Х. Сига, С. Мидзутани. — Москва: Мир. 1989. — 208 с. — ISBN: 5-03-000367-3.

44. Пинский, Ф.И. Микропроцессорные системы управления автомобильными двигателями внутреннего сгорания / Ф.И. Пинский, Р.И. Давтян, Б.Я. Черняк. — Москва: Легион-Автодата, 2004. — 136 с. — ISBN 5-88850-129-8.

45. Покровский, Г.П. Электронное управление автомобильными двигателями / Г.П. Покровский [и др.]. — Москва: Машиностроение, 1994. — 336 с. — ISBN 5-217-02522-0.

46. Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Р. Галяветдинов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 112 с. — 978-5-7882-1567-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62519.html>

47. Жигалова Е.Ф. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Ф. Жигалова. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 201 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72067.html>