Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Институт энергетики и транспортных систем

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиТС
_____ Н.А. Забелин
«_18_» _____X_____ 2018 г.

ПРОГРАММА

вступительного испытания для поступающих в магистратуру
по направлению подготовки/ образовательной программе
13.04.03 Энергетическое машиностроение

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Паровые и газовые турбины
Вакуумная и компрессорная техника физических установок
Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты
Системы гидравлических и пневматических приводов
Газотурбинные агрегаты газоперекачивающих станций
Поршневые и комбинированные двигатели
Энергетические технологии / Energy Technology (международная образовательная программа)
Компрессоры оборудование и газотранспортные сети в нефтегазовой отрасли

Санкт-Петербург
2018

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой части профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по **13.03.03 Энергетическое машиностроение**, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительных испытаний в магистратуру.

Составители:
Доц.каф. ТГиАД, К.Д. Андреев
Доц.каф. ИСУиТС А.Ю. Шабанов
Доц.каф. ТГиАД, В.А. Щур
Асс. каф. КВиХТ А.А. Аксенов

Руководитель ОП А.А. Лебедев

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методическим советом института (протокол № 7 от « 18 » 10. 2018 г.).

1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

1.01 Термодинамика и теплообмен
1.02 Механика жидкости и газа
1.03 Прикладная механика
1.04 Двигатели внутреннего сгорания в энергетике
1.05 Турбины в энергетике
1.06 Гидромашины в энергетике
1.07 Компрессоры в энергетике
1.08 Теория объемных компрессоров
1.09 Теория турбокомпрессоров
1.10 Теория автоматического регулирования, автоматизация эксплуатация компрессорных, холодильных установок и вспомогательного оборудования
1.11 Паровые и газовые турбины
1.12 Компрессоры авиационных двигателей
1.13 Теория рабочих процессов в ДВС
1.14 Технология производства ДВС
1.15 Системы ДВС
1.16 Агрегаты наддува ДВС
1.17 Химмотология
1.18 Гидроэнергетические установки

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

2.1. Термодинамика и теплообмен

Темы:

1. Первый закон термодинамики; виды энергии;
2. Теплота и работа, внутренняя энергия, энтальпия; термодинамические свойства и процессы идеального газа,
3. Молекулярно-кинетическая теория теплоемкости газов, основные процессы идеальных газов, смеси газов;
4. Второй закон термодинамики;
5. Термодинамические циклы и их КПД; цикл Карно;
6. Обратимые и необратимые процессы;
7. Энтропия; энергия тепла и потока вещества;
8. Общие свойства реальных газов и жидкостей;
9. Критические параметры; сжимаемость; фазовые переходы;
10. Правило Гиббса, уравнения Клапейрона-Клаузиуса и Ван-дер-Ваальса; характеристические функции и основные дифференциальные уравнения термодинамики;
11. Термодинамические свойства рабочих тел энергетических установок и аппаратов;
12. Циклы энергетических установок и аппаратов; внутренний КПД цикла;
13. Термодинамика потока; газовые и комбинированные циклы; истечение из сопел; способы распространения теплоты;
14. Теплопроводность; механизм процесса, температурное поле, тепловой поток и его плотность;

15. Закон Фурье; коэффициент теплопроводности; дифференциальное уравнение теплопроводности;
16. Закон Ньютона-Рихмана;
17. Передача теплоты через стенку;
18. Способы интенсификации теплопередачи;
19. Математическое описание и методы решения задач конвективного теплообмена в однофазной среде;
20. Основы теории подобия и моделирования;
21. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде; теплообмен при фазовых превращениях;
22. Основы теплообмена излучением; расчет теплопередачи в аппаратах энергетических установок.

Литература для подготовки:

1. Барилович, В.А. Теория тепло - и массопереноса [Текст]: Курс лекций. Учеб. пособие / Барилович В.А., Смирнов Ю.А. ; СПбГТУ .— Санкт - Петербург : Изд - во СПбГТУ, 1999 .— 175с : ил. — Библиогр.: с.153.
2. Сладков, И. Б. Тепло- и массоперенос [Текст]: учеб. пособие / И. Б. Сладков ; Санкт-Петербургский государственный технический университет .— СПб. : б. и., 1991 .— 104 с. — Библиогр.: с. 102.

2.2. Механика жидкости и газа

Темы:

1. Модели жидкой среды;
2. Ньютоновские и реологические жидкости;
3. Режимы течения; понятия о пограничном слое;
4. Математический аппарат описания движения сплошной и разряженной сред;
5. Силы, действующие в жидкости; нормальные и касательные напряжения; тензор напряжений; уравнение движения в напряжениях; гидростатика; уравнения Эйлера;
6. Основная формула гидростатики; давление на стенки; общие законы и уравнения динамики жидкости; обобщенная гипотеза Ньютона;
7. Интегральная форма законов сохранения; модель идеальной жидкости;
8. Подобие гидродинамических процессов и анализ размерностей;
9. Одномерная модель потока; потеря напора;
10. Течение в трубах; истечение жидкости и газа через отверстия и насадки;
11. Газодинамические функции расхода; тепловое, расходное и механические воздействия;
12. Расчет трубопроводных систем и сопел;
13. Уравнение одномерного неустановившегося движения;
14. Гидравлический удар;
15. Сверхзвуковое движение газов; основы теории течений газовых струй.
16. Уравнение Навье-Стокса, граничные и начальные условия; уравнение Бернулли;
17. Критерии аэродинамического подобия.

Литература для подготовки:

1. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа [Текст]: Учеб. для вузов / Лойцянский Л. Г. — 6-е изд., перераб. и доп .— М. : Наука, 1987 .— 840 с. — Библиогр. в тексте.

2. Аверин, С. И. Механика жидкости и газа [Текст]: Учеб. для вузов .— М. : Металлургия, 1987 .— 302 с. — Библиогр.: с.300.

2.3. Прикладная механика

Темы:

1. Понятие о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции;
2. Гипотезы механики деформируемого твердого тела;
3. Внутренние силовые факторы;
4. Методы сечений; расчет стержней на растяжение (сжатие);
5. Статически неопределимые системы;
6. Метод сил; предельное состояние и предельные напряжения, коэффициент запаса;
7. Геометрические характеристики плоских сечений; виды изгибов, нормальные напряжения, расчет на прочность;
8. Кручение;
9. Условия прочности и жесткости;
10. Основы теории напряженно-деформированного состояния;
11. Сложные виды деформаций;
12. Расчет резервуаров, корпусных конструкций трубопроводов и дисков;
13. Расчеты на усталость;
14. Динамические расчеты элементов конструкций;
15. Устойчивость элементов конструкций;
16. Основные уравнения линейной теории упругости;
17. Вариационные принципы механики деформируемого твердого тела; метод конечных элементов;
18. Основные уравнения теории пластичности; о
19. Основы механики разрушения; ползучесть;
20. Малоцикловая усталость.

Литература для подготовки:

1. Введение в сопротивление материалов [Текст] : учебное пособие / [П. А. Павлов [и др.]] ; Санкт-Петербургский государственный технический университет; под ред. Б. Е. Мельникова .— Санкт-Петербург : Лань, 1999 .— 154 с.: ил. ; 21 см .— (Учебники для вузов : Специальная литература) .— Авт. указаны на обороте тит. л. — С дарственной надписью авт. SPSTU : 7331082 .
2. Беляев, Николай Михайлович. Сопротивление материалов [Текст]: учебное пособие для втузов / Беляев Н. М. — Изд. 15-е, перераб. — Москва : Наука, 1976 .— 607 с. : ил. ; 22 см.

2.04 Двигатели внутреннего сгорания в энергетике

21. Классификация ДВС.
22. Принцип работы ДВС.
23. Конструкции ДВС.
24. Основные уравнения теории ДВС.

Литература для подготовки:

1. Теория двигателей внутреннего сгорания : рабочие процессы [Текст]: учеб. для вузов по спец. "Двигатели внутреннего сгорания" / [Н. Х. Дьяченко, А. К. Костин, Б. П. Пугачев и др.] ; под ред. Н. Х. Дьяченко .— Изд. 2-е, доп. и перераб .— Ленинград : Машиностроение, 1974 .— 551 с. : ил .— С дарственной надписью авт. SPSTU : №7499252 .— Библиогр.: с.546-547.

2. Двигатели внутреннего сгорания [Текст]: Метод. указания по диплом. проектированию / СПбГТУ. Каф. двигателей внутреннего сгорания ; Сост.: А.Ю. Шабанов, А.Б. Зайцев; Под ред. Ю.Н. Исакова .— Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 2000 .— 24с .— Библиогр.: с.20-21.

2.05 Турбины в энергетике

1. Классификация турбин.
2. Принцип работы газовых турбин.
3. Принцип работы паровых турбин.
4. Конструкции турбин.
5. Основные уравнения теории турбин.
6. Устройство стационарных силовых турбин.
7. Устройство транспортных авиационных турбин.

Литература для подготовки:

1. Кириллов, И. И. Газовые турбины и газотурбинные установки [Текст]: в 2 т. : учебное пособие для машиностроительных вузов / И. И. Кириллов .— Москва : Машгиз, 1956.
2. Щегляев, А. В. Паровые турбины : Теория теплового процесса и конструкции турбин [Текст]: Учеб. для вузов : в 2 кн. Кн.2 .— М. : Энергоатомиздат, 1993 .— 415 с .— Библиогр.: с.409-411. — ISBN 5-283-00261-6 (ориг.)

2.06 Гидромашины в энергетике

1. Классификация гидромашин.
2. Принцип работы насосов.
3. Принцип работы гидротурбины.
4. Конструкция гидромашин.
5. Конструкция гидротурбин.
6. Основные уравнения теории гидромашин.
7. Основные уравнения теории гидроприводов.

Литература для подготовки:

1. Расчет центробежных и осевых насосов лопастных гидромашин [Текст]: учебное пособие / С. Н. Шкарбуль, В. А. Голиков, А. А. Жарковский, В. Л. Плешанов ; Ленинградский государственный технический университет .— Ленинград : ЛПИ, 1990 .— 76 с. : ил .— Библиогр.: с. 74-75.
2. Шкарбуль, С. Н. Гидродинамика потока в рабочих колесах центробежных турбомашин [Текст]: Учеб. пособие .— СПб. : Изд-во СПбГТУ, 1996 .— 356с. — Библиогр.: с. 334-350.

2.07 Компрессоры в энергетике

1. Классификация компрессоров.
2. Принцип работы турбокомпрессоров.
3. Принцип работы объемных компрессоров.
4. Конструкция турбокомпрессоров.
5. Конструкция объемных компрессоров.
6. Основные уравнения теории турбокомпрессоров.
7. Основные уравнения теории объемных машин.
8. Принцип работы холодильных машин.

Литература для подготовки:

1. Садовский, Н. И.. Теория, расчет и конструирование компрессоров динамического действия. Испытание компрессоров при параллельной и

последовательной работе. Совместная работа компрессоров [Текст]: учебное пособие / Н. И. Садовский, Ю. В. Кожухов ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2014 .— 39 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 36.

2. Теория и расчет турбокомпрессоров [Текст] : учебное пособие для машиностроительных спец. вузов / [К. П. Селезнев и др.] ; под общ. ред. К. П. Селезнева .— 2-е изд., перераб. и доп. — Ленинград : Машиностроение, 1986 .— 391, [1] с. : ил. ; 23 см .— (Для вузов) .— С дарственной надписью авт. SPSTU : 7498952 .— Библиогр.: с. 389-390.

2.08 Теория объемных компрессоров.

1. Классификация по принципу действия объемных компрессоров: по способу изменения объема камеры - поршневые, ротационные; по процессу сжатия - с внутренним сжатием, с внешним сжатием; по сжимаемому газу, по наличию смазки минеральными маслами, компрессоры без подачи смазки в цилиндры. Приводятся основные схемы машин объемного действия: поршневой одно- и многоступенчатый компрессоры, поршневой детандер с золотниковым газораспре делением с клапанным газораспределением.
2. Основные зависимости изменения параметров газа в термодинамике постоянной массы идеального газа. Теоретический рабочий процесс в одноступенчатых машинах с поршнем одностороннего и двойного действия. Показатели работы компрессора: производительность, индикаторная работа, мощность привода при теоретическом процессе. Изображение процессов в координатах PV и TS.
3. Уравнения состояния реальных газов. Термодинамические процессы при сжатии реальных газов.
4. Действительный поршневой компрессор. Его отличие от теоретического. Индикаторная диаграмма действительного поршневого компрессора. Производительность. Коэффициент подачи, его составляющие.
5. Схематизация индикаторной диаграммы по методу ЛПИ. Выводятся формулы для определения производительности одноступенчатого поршневого компрессора, индикаторной работы и затраты работы на преодоления трений в механизме в механизме компрессора.
6. Схематизация рабочего процесса по методу, предложенному профессором М.И. Френкелем. Выводятся формулы для определения производительности одноступенчатого поршневого компрессора, индикаторной работы.
7. Эффективные мощность и КПД. действительного поршневого компрессора. Механический КПД, его связь с мощностью трения.
8. Винтовые компрессоры. Принцип действия, регулирование. Достоинства и недостатки винтовых компрессоров.
9. Процесс сжатия в винтовом компрессоре. Геометрическая степень сжатия. Внутренне отношение давлений, его связь с геометрической степенью сжатия.
10. Теоретическая объемная производительность винтового компрессора.
11. Теоретическая индикаторная диаграмма винтового компрессора. Три режима работы винтового компрессора с постоянной геометрической степенью сжатия.
12. Коэффициент производительности винтового маслозаполненного компрессора. Факторы, влияющие на коэффициент производительности.

13. Ротационные компрессоры с вращающимся ротором. Принцип действия. Определение теоретического объема.
14. Ротационные компрессоры с катящимся ротором. Принцип действия. Определение теоретического объема.
15. Спиральные компрессоры. Принцип действия. Достоинства спиральных компрессоров, область их применения в холодильной технике.

Литература для подготовки:

1. Компрессорные машины [Текст]: учебник для технологических вузов по специальности "Холодильные и компрессорные машины и установки" / К. И. Страхович [и др.] .— Москва : Госторгиздат, 1961 .— 600 с. : ил. ; 23 см .— Библиогр.: с. 589-591.

2. Фотин, Б.С. Поршневые компрессоры [Текст]: Учеб. пособие для вузов / Б.С. Фотин, И.Б. Пирумов, И.К. Прилуцкий, П.И. Пластинин ; Под общ. ред.Б.С. Фотина .— Ленинград : Машиностроение, 1987 .— 372 с. : ил. — Библиогр.: с. 369-370.

2.09 Теория турбокомпрессоров

1. Центробежный компрессор, схема и принцип действия. Процесс в двухступенчатом центробежном компрессоре в s-T и i-p диаграммах.
2. Рабочее колесо с бесконечно большим и с конечным числом лопаток. Отставание потока от лопаток при выходе из колеса.
3. Коэффициент реактивности ступени центробежного компрессора. Определение с его помощью параметров потока при выходе из колеса компрессора.
4. Диффузоры центробежных компрессоров. Безлопаточный и лопаточный диффузоры.
5. Способы регулирования холодильных центробежных компрессоров.
6. Типы расширительных машин для холодильной техники и низкопотенциальной энергетики. Осевые и радиально-центростремительные расширительные машины. Изображение процессов в s-T диаграмме.
7. Коэффициент реактивности ступени расширительной турбомашины по изоэнтропным теплоперепадам. Определение с его помощью перепада энтальпий в сопловом аппарате.
8. Кинематика потока в ступенях расширительных машин с Ω1-2(к) = 0; 0.5 и 1.0 Повышение эффективности ступеней расширительных турбомашин за счет уменьшения потерь с выходной скоростью.

Литература для подготовки:

1. Кожухов Ю. В. . Расчет двухзвенной ступени центробежного компрессора [Текст]: учебное пособие / Ю. В. Кожухов, И. А. Тучина ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2014 .— 59 с. : ил., табл. ; 21 см .— Библиогр.: с. 59.

2. Зуев А В. Теория, расчет и конструирование компрессоров динамического действия. Методика аэродинамического расчета лопаточных аппаратов стационарных осевых компрессоров: Методика аэродинамического расчета лопаточных аппаратов стационарных осевых компрессоров [Текст]: Учеб. пособие / А.В. Зуев, В.В. Огнев, В.Б. Семеновский ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-Петербург : Изд-во СПбГПУ, 2003 .— 110 с. : ил .— Библиогр.: с.109. — ISBN

2.10 Теория автоматического регулирования, автоматизация эксплуатация компрессорных, холодильных установок и вспомогательного оборудования

1. Способы регулирования центробежных компрессоров.
2. Способы регулирования осевых компрессоров.
3. Способы регулирования объемных компрессоров.
4. Критерии устойчивости.
5. Помпаж. Защита от помпажа.
6. Вращающийся срыв.
7. Антипомпажные клапаны.

Литература для подготовки:

1. Лебедев А. А. Регулирование и автоматизация компрессоров [Текст]: учебное пособие / А. А. Лебедев, Р. А. Измайлов ; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2016 .— 165 с. : ил., табл. ; 20 см .— Библиогр.: с. 165. — ISBN 978-5-7422-5212-2.

2. Лебедев А. А.. Теория регулирования компрессоров [Текст]: учебное пособие / А. А. Лебедев, Р. А. Измайлов ; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2016 .— 108 с. : ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 108.

2.11 Паровые и газовые турбины

1. Принципиальная схема паротурбинной энергетической установки конденсационного типа.
2. Термодинамический цикл паротурбинной установки конденсационного типа.
3. Термический КПД паротурбинной установки конденсационного типа.
4. Принципиальная схема и термодинамический цикл комбинированной ГТУ открытого типа.
5. Принципиальная схема и термодинамический цикл комбинированной ГТУ с котлом утилизатором.
6. Производственно-технологические процессы создания турбинных деталей.
7. Производство рабочих и направляющих лопаток.
8. Математическое описание колебательных процессов.
9. Уравнение амплитуд для колебательной системы с конечным числом степеней свободы.
10. Собственные частоты и формы колебаний системы с конечным числом степеней свободы.
11. Устройство и работа поверхностного конденсатора. Классификация конденсаторов.
12. Устройство и работа теплообменников для ГТУ.
13. Выполните расчет основных характеристик осевых турбинных ступеней, для которых заданы коэффициенты скорости φ=0,98 и ψ=0,97 и окружная скорость u=300м/с, а также коэффициенты кинематического подобия: $\overline{C_z} = 0.6$; $\rho k=0$; $\overline{C}\,u=2$
14. Определить составляющие треугольников скоростей: c1, w1, c2, w2
15. Определить теоретические скорости c1t, w2t
16. Определить перепады энтальпий H*1, H1, w12/2, H*2, H2, Hвс, ΔH2, H0, H*0, H2t, Hu, H и постройте процесс расширения газа в h/s диаграмме.

17. Вычислите: КПД, окружной ηu, окружной по параметрам торможения ηu*, окружной адиабатический ηu ад; Термодинамическую степень реактивности ρт; параметр u/c0.

18. Рассказать о физических процессах, вызывающих вибрацию рабочих лопаток в турбинах.

19. Влияние податливости опор на собственные частоты и формы колебаний ротора.

20. Непрямое регулирование.

21. Статические характеристики регулирования.

22. Уравнение движения звеньев САР.

23. Паротурбинные установки для одновременной выработки тепловой и электрической энергии.

24. Рабочие процессы в камерах сгорания.

25. Обзор и классификация систем САПР.

26. Измерение температуры газовых потоков и температуры поверхности стенки, обтекаемой потоком газа.

27. Измерение расхода газа.

Литература для подготовки:

1. Кириллов, И. И. Газовые турбины и газотурбинные установки [Текст]: в 2 т. : учебное пособие для машиностроительных вузов / И. И. Кириллов .— Москва : Машгиз, 1956.

2. Щегляев, А. В. Паровые турбины: Теория теплового процесса и конструкции турбин [Текст]: Учеб. для вузов: в 2 кн. Кн.2 .— М.: Энергоатомиздат, 1993 .— 415 с .— Библиогр.: с.409-411. — ISBN 5-283-00261-6 (ориг.)

2.12 Компрессоры авиационных двигателей

1. Устройство авиационного турбокомпрессора.
2. Основные уравнения расчета осевого компрессора.
3. Конструкция осевого компрессора.
4. Характеристика авиационного компрессора.
5. Помпаж осевых авиационных компрессоров.

Литература для подготовки:

1. Кожухов Ю В. Расчет двухзвенной ступени центробежного компрессора[Текст]: учебное пособие / Ю. В. Кожухов, И. А. Тучина; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2014 .— 59 с.: ил., табл.; 21 см.— Библиогр.: с. 59.

2. Лебедев А.А. Регулирование и автоматизация компрессоров [Текст]: учебное пособие / А. А. Лебедев, Р. А. Измайлов ; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого .— Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2016 .— 165 с. : ил., табл. ; 20 см .— Библиогр.: с. 165. — ISBN 978-5-7422-5212-2.

2.13 Теория рабочих процессов в ДВС

1. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) - первичный привод установок различного конечного назначения. Место ДВС в системе энергообеспечения потребностей общества. Краткая характеристика различных типов ДВС. Перспективы развития ДВС.

2. Схема поршневого ДВС. Двухтактные и четырехтактные двигатели. Индикаторные диаграммы. Фазы газораспределения двигателей с искровым зажиганием и воспламенением от сжатия. Основные параметры ДВС. Мощность и экономичность ДВС.

3. Определение идеального цикла. Циклы со смешанным подводом тепла, циклы с подводом тепла при постоянном объеме и постоянном давлении. Сравнение циклов. Идеальные циклы двигателей с наддувом. Двигатели с газотурбинным наддувом. Импульсные наддув и наддув при постоянном давлении газов в выпускной системе. Влияние охлаждения наддувочного воздуха на параметры работы двигателя.

4. Характеристика рабочих тел. Полное и совершенное сгорание. Характеристики топлива. Продукты сгорания жидкого и газообразного топлив. Неполное сгорание жидкого топлива. Теплота сгорания горючих смесей. Термодинамические свойства свежего воздуха и продуктов сгорания.

5. Определение рабочего цикла. Газообмен в ДВС. Фазы газораспределения и индикаторные диаграммы двухтактных и четырехтактных двигателей. Особенности газообмена в двухтактных двигателях. Схемы системы газообмена. Петлевые и прямоточные схемы. Сравнительная характеристика. Показатели качества процессов газообмена. Коэффициент наполнения, коэффициент остаточных газов, коэффициент избытка продувочного воздуха. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на наполнение цилиндров. Динамический наддув. Процесс сжатия в цилиндре двигателя. Теплообмен в процессе сжатия. Средний показатель политропы сжатия. Параметры в конце процесса сжатия. Термодинамика процесса сгорания в двигателях с искровым зажиганием и с воспламенением от сжатия. Характеристики сгорания. Процесс расширения. Средний показатель политропы расширения. Показатели, характеризующие рабочий цикл. Внешний тепловой баланс.

6. Режимы работы двигателей. Классификация характеристик двигателя. Регулировочные характеристики двигателей с искровым зажиганием и с воспламенением от сжатия по составу смеси и углу опережения зажигания (подачи топлива). Нагрузочные характеристики. Скоростные характеристики. Винтовые характеристики. Тепловозные и многопараметровые характеристики.

7. Системы газообмена. Контурные и прямоточные системы. Схемы движения воздушного заряда в цилиндре двигателя. Органы газораспределения. Диаграммы изменения площадей открытия органов газораспределения и определение располагаемого время-сечения. Характеристика процесса газообмена. Показатель качества газообмена. Взаимосвязь основных показателей качества газообмена. Расчет органов газораспределения. Надкритический и подкритический режим течения. Свободный выпуск. Основные допущения и расчетные соотношения. Продувка-наполнение, принудительный выпуск. Средняя температура газов в цилиндре. Выбор исходных данных для расчета газообмена и расчетные коэффициенты.

8. Проблемы воздухоснабжения поршневых двигателей. Влияние принятой системы воздухоснабжения на наполнение цилиндров свежим зарядом. Характеристики впускной системы и качество смесеобразования. Динамический наддув. Волновая настройка выпускной системы. Структура потока в сложных разветвлениях впускных системах. Влияние качества агрегатов наддува на расход воздуха через двигатель.

9. Смесеобразование в двигателях с искровым зажиганием. Карбюрация. Скорость испарения топлива, влияние режима работы двигателя. Изменение параметров рабочего тела при испарении топлива. Регулировочные характеристики двигателя по составу смеси. Смесеобразование в двигателях с искровым

зажиганием и расслоением заряда. Распыливание топлива в дизелях. Формирование факела, его дальнобойность. Характеристики распыливания топлива. Влияние на качество распыливания параметров впрыска, конструкции распылителя, параметров газа в цилиндре, режимов работы двигателя, физических свойств топлива. Испарение топлива. Движение воздушного заряда в цилиндрах двигателей с неразделенными и полуразделенными камерами сгорания. Способы организации движения воздушного заряда. Тангенциальные и винтовые впускные каналы. Смесеобразование в двигателях с неразделенными камерами сгорания. Пленочное и объемно-пленочное смесеобразование. Особенности смесеобразования в камерах сгорания типа ЦНИДИ. Вихрекамерное и предкамерное смесеобразование. Сравнительная характеристика различных способов смесеобразования.

10. Самовоспламенение топливовоздушных смесей. Задержка воспламенения. Воспламенение распыленных жидких топлив. Воспламенение электрической искрой. Распространение пламени. Ламинарные пламена. Влияние различных факторов на нормальную скорость распространения пламени. Турбулентное горение. Детонация. Горение неоднородных смесей. Диффузионное горение. Горение капель распыленного жидкого топлива. Нормальное сгорание в двигателях с искровым зажиганием. Фазы горения. Характеристики активного тепловыделения. Детонационное сгорание. Влияние различных факторов на развитие детонационного сгорания. Калильное зажигание. Сгорание в дизелях. Фазы сгорания в дизелях. Особенности дизельного процесса. Определение длительности задержки воспламенения. Сгорание в дизелях с полуразделенными и разделенными камерами сгорания. Характеристики тепловыделения в двигателях с искровым зажиганием и воспламенением от сжатия.

11. Принцип изотропности рабочего тела. Оценка достоверности математической модели. Условие на открытых границах расчетной области. Квазистационарные и нестационарные граничные условия. Учет теплообмена с ограничивающими поверхностями. Характеристика подвода теплоты при сгорании топлива в двигателях с искровым зажиганием и воспламенением от сжатия. Особенности расчета характеристик свежего заряда двигателей с искровым зажиганием. Порядок расчета параметров в цилиндре двигателя. Моделирование процессов в смежных с цилиндром системах. Общая характеристика нестационарных процессов. Применение методов численного решения задач газовой динамики для расчета процессов в системах впуска и выпуска. Порядок расчета параметров рабочего тела во впускном и выпускном коллекторах. Расчет характеристик компрессора и турбины. Модель охладителя наддувочного воздуха. Замкнутая модель рабочего цикла двигателя с газотурбинным наддувом.

Литература для подготовки:

1. Теория двигателей внутреннего сгорания: рабочие процессы: учеб. для вузов по спец. "Двигатели внутреннего сгорания" / [Н. Х. Дьяченко, А. К. Костин, Б. П. Пугачев и др.]; под ред. Н. Х. Дьяченко .— Изд. 2-е, доп. и перераб .— Ленинград : Машиностроение, 1974 .— 551 с.: ил .— С дарственной надписью авт. SPSTU : №7499252 .— Библиогр.: с.546-547.

2. Двигатели внутреннего сгорания : Метод. указания по диплом. проектированию / СПбГТУ. Каф. двигателей внутреннего сгорания ; Сост.: А.Ю. Шабанов, А.Б. Зайцев; Под ред. Ю.Н. Исакова .— Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 2000 .— 24с .— Библиогр.: с.20-21.

2.14 Технология производства ДВС

1. Основные стадии процесса проектирования. Структура конструкторского бюро. Современные методы автоматизации проектирования. Программные комплексы на базе МКЭ и МГЭ; общая характеристика и специфика САПР двигателей; особенности компьютерной графики САПР; основные этапы решения конструкторско-расчетных задач с применением вычислительной техники; типовые решения в области САПР поршневых двигателей; интегрированные САПР; пакеты программ компьютерной графики, прикладные пакеты программ, экспертные системы в проектировании.

2. Сравнительная характеристика поршневых и газотурбинных транспортных двигателей. Техническая и конструкторско-технологическая характеристика двигателей. Наземные транспортные средства. Условия работы, общие и специальные тактико-технические требования, способы их обеспечения. Общие и специальные требования к транспортным, быстроходным двигателям. Мероприятия, направленные на улучшение массо-габаритных характеристик силовой установки транспортной машины. Основные тенденции конструирования двигателей наземных транспортных средств ведущих зарубежных фирм. Двигатели кораблей малого водоизмещения. Основные технические требования к ним, мероприятия по их обеспечению.

3. Выбор типа двигателя, вида охлаждения, тактности. Выбор числа и расположения цилиндров. Выбор среднего эффективного давления, средней скорости поршня, степени сжатия, типа камеры сгорания, S/D, L/R, l_0/D. Автоматическое регулирование степени сжатия.

4. Компоновка поперечного и продольного разрезов двигателя. Силовые схемы корпусов. Картер. Разновидности конструкции картера. Требования к конструкции. Рекомендации по повышению жесткости. Конструктивные соотношения.

5. Цилиндр, блок цилиндров, требования, предъявляемые к ним. Цилиндр воздушного охлаждения. Конструкция блока цилиндров. Отличие цилиндров двухтактных и четырехтактных двигателей. Гильзы (втулки) цилиндров. Условия работы. Требования к конструкции. Конструктивные типы ("мокрые" и "сухие", цельные и составные, подвесные). Гильзы двухтактных и четырехтактных ДВС. Гильзы двухтактных ДВС с ПДП. Конструктивные особенности гильз из чугуна и стали. Уплотнения газового стыка.

6. Головка цилиндров. Условия работы. Требования к конструкции. Основные рекомендации по проектированию головки. Индивидуальные и блочные головки, преимущества и недостатки. Выбор числа и расположения клапанов на цилиндр. Расположение впускных и выпускных клапанов. Организация охлаждения головки. Шпильки крепления головки (блока).

7. Коленчатый вал. Условия работы. Требования к конструкции. Конструктивные типы. Шейки (коренные и шатунные) коленвала обычной конструкции. Щеки коленвала, их конструктивные особенности. Канализация масла. Противовесы коленвала, их назначение. Осевая фиксация и тепловое расширение коленвала. Хвостовик коленвала. Фланец отбора мощности. Привод вспомогательных агрегатов. Демпфер крутильных колебаний. Особенности коленвалов с подшипниками качения. Конструктивные соотношения коленвалов с подшипниками качения и скольжения. Методы (конструктивные) упрочнения коленвалов. Расчеты на прочность основных элементов коленчатого вала.

8. Поршневая группа. Назначение, условия работы, требования к конструкции. Поршень. Поршни крейцкопфных и тронковых ДВС. Поршни двухтактных и четырехтактных ДВС. Головка поршня. Тронк поршня. Расположение канавок под кольца. Мероприятия по предотвращению разбивания канавок и перегрева днища. Форма внутренней и наружной поверхностей поршня. Монтажные зазоры в холодном состоянии. Охлаждаемые поршни. Поршневой палец. Требования к конструкции. Способы установки пальца в сочленении поршня с шатуном. Расчеты на прочность. Поршневые кольца. Назначение. Типы. Основные дефекты. Конструктивные особенности. Расчеты на прочность.

9. Шатунная группа. Назначение. Требования к конструкции. Основные типы шатунных механизмов. Шатун. Элементы шатуна. Их размеры и конструктивные особенности. Конструктивные формы и соотношения шатунного механизма с главным и прицепным шатуном. Шатунные болты. Конструктивные особенности. Требования. Расчеты на прочность.

10. Механизм газораспределения. Назначение. Типы МГ (клапанный, золотниковый, клапанно-золотниковый). Конструктивные типы клапанных механизмов. Клапаны. Седла. Направляющие втулки. Толкатели. Рычаги. Штанги. Пружины. Распределительные валы.

Литература для подготовки:

1. Теория двигателей внутреннего сгорания : рабочие процессы [Текст]: учеб. для вузов по спец. "Двигатели внутреннего сгорания" / [Н. Х. Дьяченко, А. К. Костин, Б. П. Пугачев и др.] ; под ред. Н. Х. Дьяченко .— Изд. 2-е, доп. и перераб .— Ленинград : Машиностроение, 1974 .— 551 с. : ил .— С дарственной надписью авт. SPSTU : №7499252 .— Библиогр.: с.546-547.

2. Двигатели внутреннего сгорания : Метод. указания по диплом. проектированию [Текст] / СПбГТУ. Каф. двигателей внутреннего сгорания ; Сост.: А.Ю. Шабанов, А.Б. Зайцев; Под ред. Ю.Н. Исакова .— Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 2000 .— 24с .— Библиогр.: с.20-21.

2.15 Системы ДВС

1. Типы КШМ. Кинематика центрального КШМ. Диаграммы Брикса, Толле. Определение размеров нормального КШМ. Кинематика прицепного КШМ, определение кинематических параметров из условия равенства $\varepsilon_г = \varepsilon_б$ и $S_г = S_б$.
2. Практическое определение размеров КШМ (выбор ε, определение r, l, ε) на примерах двигателей М50 и М500.
3. Приведение поступательно-движущихся и вращающихся масс, динамически эквивалентная модель шатуна и всего КШМ (простых и сложных шатунных механизмов). Практические способы приближенного определения сосредоточенных масс ПДМ и НВМ.
4. Силы и моменты, действующие в КШМ одноцилиндрового двигателя.
5. Построение совмещенных и развернутых диаграмм сил давления газов и сил инерции ПДМ. Выбор схемы расположения кривошипов коленчатого вала и порядка работы цилиндров. Обеспечение основных требований и условий при выборе.
6. Примеры решения задач по выбору схемы вала и порядка работы цилиндров.
7. Суммарные силы и крутящие моменты, действующие на коленчатый вал многоцилиндрового двигателя. Табличный метод расчета суммарных сил и моментов. Заполнение главной динамической таблицы при одинаковом и различном порядке работы цилиндров по блокам. Особенности кинематики и

динамики двухтактных ДВС с ПДП. Расчет динамики двухтактного двигателя с ПДП.

8. Векторная и развернутая диаграмма давлений на шатунную шейку и шатунный подшипник. Оценка Kmax, Kcp и определение запретных зон.

9. Практическое построение векторных диаграмм давлений на шатунную шейку и подшипник по индивидуальным заданиям. Векторные и развернутые диаграммы давлений на коренную шейку и подшипники. Оценка Kmax, Kcp и определение запретных зон.

10. Практическое построение диаграммы давлений на коренную шейку и подшипник по индивидуальным заданиям.

11. Основные условия внешней динамической уравновешенности. Динамически эквивалентная модель однорядного одновального двигателя.

12. Примеры решения задач уравновешенности одноблочных четырехтактных двигателей с различными схемами вала.

13. Примеры решения задач уравновешенности одноблочных двухтактных ДВС.

14. Последовательность анализа уравновешенности двигателей сложных компоновочных схем. Примеры решения прямой и обратной задачи уравновешенности V-образного двигателя. Практическое решение смешанных задач уравновешенности V-образных двигателей.

Литература для подготовки:

1. Теория двигателей внутреннего сгорания : рабочие процессы [Текст]: учеб. для вузов по спец. "Двигатели внутреннего сгорания" / [Н. Х. Дьяченко, А. К. Костин, Б. П. Пугачев и др.] ; под ред. Н. Х. Дьяченко .— Изд. 2-е, доп. и перераб .— Ленинград : Машиностроение, 1974 .— 551 с.: ил .— С дарственной надписью авт. SPSTU : №7499252 .— Библиогр.: с.546-547.

2. Двигатели внутреннего сгорания [Текст]: Метод. указания по диплом. проектированию / СПбГТУ. Каф. двигателей внутреннего сгорания ; Сост.: А.Ю. Шабанов, А.Б. Зайцев; Под ред. Ю.Н. Исакова .— Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 2000 .— 24с .— Библиогр.: с.20-21.

2.16 Агрегаты наддува ДВС

1. Наддув как средство улучшения технико-экономических показателей двигателей. Сведения из истории. Краткая характеристика различных способов наддува. Связь курса с другими дисциплинами. Системы наддува с постоянным и переменным давлением газа перед направляющим аппаратом турбины. Особенности газодинамических процессов в этих системах. Сравнительная характеристика. Особенности работы турбины в потоке газа переменного давления. Схемы объединения выпускных трубопроводов. Система наддува с преобразователями импульсов. Особенности организации наддува 2-х тактных двигателей.

2. Типы компрессоров, используемых для наддува двигателей. Сравнительная характеристика поршневых, ротационных, винтовых и центробежных компрессоров. Преобразование энергии в ступени компрессора. Особенности работы центробежного компрессора в составе агрегата наддува. Влияние основных конструктивных соотношений на показатели работы компрессора, лопаточный и безлопаточный диффузор. Профилирование лопаток. Характеристики компрессора. Влияние эксплуатационных факторов на параметры работы компрессора. Выбор конструктивной схемы и параметров проточной части компрессора с учетом типа и назначения двигателя. Газодинамический расчет компрессора.

3. Принципиальные схемы ступеней турбины. Осевые и радиальные турбины. Преобразование энергии в ступени турбины. Мощность и удельная работа. Характеристические коэффициенты. Активные и реактивные турбины. Влияние степени реактивности на оптимальную окружную скорость колеса турбины. Потери в ступени турбины. Профильные и концевые потери. Потери на трение и вентиляцию. Потери с выходной скоростью. К.п.д. турбины. Профилирование лопаток осевых ступеней. Профилирование меридиональных обводов и лопаток рабочих колес радиально-осевых турбин.Особенности расчета импульсных турбин. Характеристики турбины. Выбор основных конструктивных параметров турбин агрегатов наддува двигателей. Газодинамический расчет турбины.

4. Принципиальные конструктивные схемы турбокомпрессоров. Роторы ТК. Схемы взаимного расположения рабочих колес и подшипников. Преимущества и недостатки обеих конструктивных схем. Способы соединения деталей роторов. Валы, рабочие колеса турбин и компрессоров. Способы крепления лопаток к диску турбины. Подшипники и уплотнения. Корпусные детали. Типовые конструкции. Типоразмерные ряды ТК. Принцип построения рядов. Ряды унифицированных ТК. Ряды модификаций компрессоров. Ряды модификаций турбин. Модификации корпусов ТК.

5. Режимы работы двигателей различного назначения и гидравлические характеристики двигателей. Коэффициент приспособляемости и диапазон работы компрессоров по расходу воздуха. Согласование характеристик компрессоров и гидравлической характеристики двигателя. Совмещение характеристик компрессора и турбины. Универсальная характеристика ТК. Совмещение гидравлических характеристик двигателя и характеристик ТК. Анализ совмещенных характеристик.

6. Двухступенчатый наддув. Конструктивные схемы. Сравнительная характеристика схем. Область применения двухступенчатого наддува. Распределение теплоперепадов по степеням сжатия и расширения. Влияние промежуточного и концевого охлаждения воздуха на параметры двигателя. Охладители воздуха. Системы наддува с внутренним охлаждением воздуха. Области применения. Динамический наддув двигателей. Волновые обменники давления. Принцип действия. Преимущества и недостатки волновых обменников давления

Литература для подготовки:

1. Теория двигателей внутреннего сгорания : рабочие процессы [Текст]: учеб. для вузов по спец. "Двигатели внутреннего сгорания" / [Н. Х. Дьяченко, А. К. Костин, Б. П. Пугачев и др.] ; под ред. Н. Х. Дьяченко .— Изд. 2-е, доп. и перераб .— Ленинград : Машиностроение, 1974 .— 551 с. : ил .— С дарственной надписью авт. SPSTU : №7499252 .— Библиогр.: с.546-547.

2. Двигатели внутреннего сгорания [Текст]: Метод. указания по диплом. проектированию / СПбГТУ. Каф. двигателей внутреннего сгорания ; Сост.: А.Ю. Шабанов, А.Б. Зайцев; Под ред. Ю.Н. Исакова .— Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 2000 .— 24с .— Библиогр.: с.20-21.

2.17 Химмотология

1. Структура топливно-энергетического баланса страны. Виды топлив и смазочных материалов для ДВС, их общая классификация. Влияние свойств топлива и смазочных материалов на характеристики и показатели ДВС.

2. Нефть и природный газ как исходные продукты для производства топлив и масел. Физические свойства нефти и ее полезный химический состав, классификация и характеристики примесей. Влияние химического состава нефтей на свойства получаемых топлив и масел. Краткие сведения о современных методах получения топлив и масел для ДВС – прямая перегонка и деструктивные методы. Характеристика методов очистки нефтепродуктов.

3. Классификация топлив. Горючие смеси. Стехиометрический состав. Пределы воспламеняемости горючих смесей. Теплота сгорания топлив и горючих смесей.

4. Основные эксплуатационные требования. Свойства топлив, оказывающие влияние на их подачу в систему питания двигателя. Карбюрационные свойства. Методы определения плотности, вязкости, фракционного состава. Кривые фракционной разгонки. Нормальное и аномальное сгорание топлива в цилиндре ДВС. Антидетонационные свойства топлива. Октановые числа, методы их определения. Способы улучшения антидетонационных свойств. Калильное зажигание. Выбор свечей зажигания. Коррозионные свойства топлив. Химическая и физическая стабильность топлив. Присадки к бензинам. Ассортимент бензинов, стандарты России, Западной Европы и США.

5. Эксплуатационные требования к характеристикам дизельных топлив. Показатели и свойства топлив, влияющие на подачу и смесеобразование. Фракционный состав дизельных топлив и его влияние на работу двигателя. Самовоспламеняемость дизельных топлив. Цетановое число, дизельный индекс и методы их определения. Коррозионные и нагарообразующие свойства дизельных топлив. Особенности применения тяжелых дизельных топлив. Присадки к дизельным топливам. Использование топлив ШФС и УФС. Многотопливность. Ассортимент дизельных топлив, стандарты России, Западной Европы и США.

6. Состав и свойства сжиженных и сжатых газов нефтяного происхождения. Области применения и особенности работы ДВС на газообразном топливе, способы его хранения на транспортных средствах. Конвертация двигателей на газовое топливо. Особенности проектирования двигателей под газовое топливо. Нормативно-техническая документация на газовое топливо.

7. Необходимость, особенности и основные проблемы применения в ДВС водотопливных эмульсий, спиртов, растительных масел, аммиака, водорода и газов нефтяного происхождения. Источники, способы получения и хранения указанных топлив, основные свойства. Перспективы применения.

8. Трибология и триботехника. Виды трения и износа в машинах и механизмах, понятие о трибосистеме. Требования к смазочным материалам для ДВС и их классификация. Вязкостно-температурные и пьезо-вязкостные свойства масел, зависимости для их описания и аппроксимации. Коррозионные свойства масел. Кислотное и щелочное число. Антифрикционные, противоизносные и антизадирные свойства. Антиокислительные и консервационные свойства. Нагаро- и лакообразующие свойства масел и их влияние на работу двигателя. Присадки к маслам. Синтетические основы моторных масел. Изменение свойств масел при эксплуатации. Регенерация и повторное использование масел. Ассортимент моторных масел, стандарты России, Западной Европы и США.

9. Назначение и требования к трансмиссионным маслам. Состав и свойства трансмиссионных масел. Синтетические основы и присадки к трансмиссионным

маслам. Моторно-трансмиссионные масла. Ассортимент трансмиссионных масел, стандарты России, Западной Европы и США.

10. Основные сведения о сырье и технологических процессах производства синтетических основ моторных и трансмиссионных масел и присадок к ним. Создание сбалансированных пакетов присадок. Совместимость масляных основ и присадок.

11. Назначение, классификация, состав и свойства пластичных смазок. Ассортимент пластичных смазок, стандарты России, Западной Европы и США.

12. Назначение и основные требования к охлаждающим жидкостям. Вода, примеси к воде, ее основные физико-химические свойства. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости и высокотемпературные теплоносители. Присадки к охлаждающим жидкостям. Ассортимент охлаждающих жидкостей, стандарты России, Западной Европы и США.

Литература для подготовки:

1. Теория двигателей внутреннего сгорания : рабочие процессы [Текст]: учеб. для вузов по спец. "Двигатели внутреннего сгорания" / [Н. Х. Дьяченко, А. К. Костин, Б. П. Пугачев и др.] ; под ред. Н. Х. Дьяченко .— Изд. 2-е, доп. и перераб .— Ленинград : Машиностроение, 1974 .— 551 с. : ил .— С дарственной надписью авт. SPSTU : №7499252 .— Библиогр.: с.546-547.

2. Двигатели внутреннего сгорания [Текст]: Метод. указания по диплом. проектированию / СПбГТУ. Каф. двигателей внутреннего сгорания ; Сост.: А.Ю. Шабанов, А.Б. Зайцев; Под ред. Ю.Н. Исакова .— Санкт-Петербург : Изд-во СПбГТУ, 2000 .— 24с .— Библиогр.: с.20-21.

2.18 Гидроэнергетические установки

1. К какому виду относится гидромашина, преобразующая энергию движущейся жидкости в механическую энергию вращения ротора?
2. В каких единицах измеряется удельная энергия жидкости?
3. Может ли абсолютное движение жидкости в зоне рабочего колеса лопастной гидромашины быть установившимся?
4. К какому типу относится динамический насос, имеющий коэффициент быстроходности nS =100?
5. К какому виду относится гидромашина, для преобразования крутящего момента?
6. В каких единицах измеряются гидравлические потери?
7. Как меняется закрутка потока перед рабочим колесом гидротурбины при увеличении открытия направляющего аппарата?
8. К какому типу относится динамический насос, имеющий коэффициент быстроходности nS =1000?
9. Основное уравнение работы гидротурбины для струйки тока. Анализ плана скоростей на выходе из рабочего колеса.
10. Основные параметры лопастных гидромашин.
11. К какому виду относится гидромашина, преобразующая механическую энергию вращения ротора в энергию движущейся жидкости?
12. Характер течения в рабочем колесе гидротурбины в абсолютном и относительном движении.
13. Как меняется закрутка потока в рабочем колесе гидротурбины?
14. Удельная энергия в абсолютном и относительном движении. Связь между ними.

15. Каким является относительное движение жидкости в рабочем колесе лопастного насоса на неизменном режиме работы?

16. Как определяется суммарная подача при параллельной работе одинаковых насосов на общую сеть?

17. Какая гидротурбина является активной?

18. Модельные испытания гидротурбин. Схема установки и средства измерений.

19. Рабочая характеристика насоса и внешней сети. Положение рабочей точки.

20. В каком положении должна быть задвижка на напорном трубопроводе при пуске осевого насоса?

21. Как изменяется относительная скорость в рабочем колесе осевого насоса от входа к выходу?

22. Как изменяются кавитационные качества рабочего колеса с увеличением быстроходности гидротурбины?

23. Как изменяется окружная составляющая абсолютной скорости в рабочем колесе осевого насоса?

24. Какая основная причина возникновения кавитации в динамических насосах?

25. Каким прибором легко измерить вакуумметрическую высоту всасывания?

26. В каком положении должна быть задвижка на напорном трубопроводе при пуске центробежного насоса?

27. Как изменяется переносная скорость в рабочем колесе осевого насоса от входа к выходу?

28. Какое устройство необходимо иметь в гидравлической линии для осуществления дроссельного регулирования?

29. По снижению какого параметра определяется значение допускаемого кавитационного запаса при кавитационных испытаниях?

30. Конструктивные схемы и принцип действия гидродинамических передач.

31. Преобразование энергии в гидропередаче. Гидравлический КПД гидромуфты и гидротрансформатора.

Литература для подготовки:

1. Расчет центробежных и осевых насосов лопастных гидромашин [Текст]: учебное пособие / С. Н. Шкарбуль, В. А. Голиков, А. А. Жарковский, В. Л. Плешанов ; Ленинградский государственный технический университет .— Ленинград : ЛПИ, 1990 .— 76 с. : ил .— Библиогр.: с. 74-75.

2. Шкарбуль, С. Н. Гидродинамика потока в рабочих колесах центробежных турбомашин [Текст]: Учеб. пособие .— СПб. : Изд-во СПбГТУ, 1996 .— 356с. — Библиогр.: с. 334-350.