

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

Кафедра Тепловые двигатели и энергетические установки

А.А. Гаврилов

Методические указания к практическим занятиям

по дисциплине «Агрегаты наддува»

для студентов ВлГУ, обучающихся по направлению 13.03.03 -
Энергомашиностроение

Владимир 2016

Оглавление

1-ое занятие	4
Способы повышения литровой мощности поршневых двигателей.	
Виды наддува.	
2-ое занятие	4
Без агрегатный наддув. Наддув с помощью обменника давления.	
3-ье занятие	5
.Приводной (механический) наддув. Нагнетатели Рутса и Ванкиля.	
Винтовые и спиральные нагнетатели.	
4-ое занятия	6
Газотурбинный наддув. Схемы. Типы турбокомпрессоров..	
5-ое занятия	6
Конструкции и расчет компрессоров.	
6-ое занятия	7
Конструкции и расчет турбин.	
7-ое занятия	8
Характеристики компрессоров и турбин.	
Охлаждение воздуха после компрессора.	
8 -ое занятия	9
Способы регулирования наддува.	
9-ое занятия	11
Оригинальные устройства для наддува	
Список рекомендуемой литературы.....	

1-ое занятие

На занятии студенты знакомятся с содержанием дисциплины, объёмом курса в соответствии с рабочей программой, целями и задачами усвоения дисциплины, формируемыми компетенциями, порядком проведения занятий. Рассматривается проект задания на курсовое проектирование и согласуются время консультаций.

В форме беседы анализируются способы повышения литровой мощности (форсирования) поршневых двигателей по материалам курса «Теория рабочих процессов». Рассматриваются виды наддува и их применение на современных автомобильных и тракторных двигателях.

В заключение студенты получают задание на самостоятельную проработку материала ко второму занятию (конспект лекций).

2-ое занятие

Без агрегатный наддув. Наддув с помощью обменника давления.

На этом занятии, базирясь на самостоятельной проработке заданного материала, в режиме собеседования определяется мера усвоения студентами вопросов: *Физическая сущность скоростного и инерционно-волнового наддувов.*

По схемам (слайды, рис. в конспекте) изучается принцип действия волновых обменников давления (раздел 4 в конспекте лекций). Необходимо обратить внимание, что этот вид наддува занимает как бы промежуточное положение. В нем присутствует специальный агрегат с приводом от коленчатого вала, в котором и используются волновые явления для преджварительного сжатия воздуха вне цилиндра.

В заключение занятия уяснить преимущества наддува с помощью волновых обменников давления. Отметить недостатки, препятствующие его широкому распространению на поршневых двигателях.

Выдаётся задание на самостоятельную проработку материала к 3-му занятию (конспект – раздел 3) и контрольные вопросы (см. план 3 занятия).

3-ье занятие

В начале занятия контролируется уровень самостоятельной проработки заданного материала, в режиме собеседования определяется степень усвоения студентами общих принципов механического наддува.

В режиме активного собеседования закрепляется лекционный материал по конструкции и принципу действия объемных нагнетателей:

- роторно- лопастных (нагнетатели Рутса);

- Ванкеля (внутреннее зацепление; трех и четырех лопастные);
- винтовые;
- спиральные.

В ходе занятия необходимо использовать схемы, приведенные в конспекте лекции.

Перед выдачей задания для самостоятельного изучения материала к 4-му занятию студенты знакомятся с вопросами к 1-му рейтинг-контролю.

4-ое занятие

Газотурбинный наддув. Схемы. Типы турбокомпрессоров.

В ходе занятия студенты должны усвоить термодинамические принципы организации газотурбинного наддува (ГТН), т.е. наддува при котором для привода нагнетателя воздуха используется энергия отработавших в цилиндрах газов. Рассматриваются схемы наддува. Усваиваются основные понятия, параметры и показатели эффективности газотурбинного наддува (турбонаддува). Знакомятся с типами турбокомпрессоров, их маркировкой и рядами. Дается общее представление о характеристиках компрессоров и методике подбора турбокомпрессора для наддува конкретного двигателя. Данный материал необходимо связывать с заданием на курсовое проектирование. Дается задание на подбор ТКР для поршневого двигателя согласно теме курсового проекта.

В заключение ставится задача на подготовку к 5-ому занятию и проводится 1-ый рейтинг-контроль (15 – 18 мин).

5-ое занятие

Конструкции и расчет компрессоров.

На занятии студенты показывают индивидуальное задание по выбору типа турбокомпрессора для наддува двигателя, указанного в задании на курсовое проектирование. Затем выполняется краткий обзор конструкций компрессоров, применяемых в турбокомпрессорах.

Расчет компрессора выполняется в последовательности:

- входное устройство;
- рабочее колесо;
- безлопаточный диффузор;
- лопаточный диффузор;
- выходное устройство (улитка).

При выполнении практического расчета проточных частей центробежного компрессора целесообразно руководствоваться учебным пособием [3, стр.11...34]. Итогом расчетов являются планы скоростей потока воздуха на входе в рабочее колесо и выходе из него. Обратит внимание студентов, что выполняемый на занятии расчет центробежного компрессора, является проверочным.

Дается задание на самостоятельную проработку материала к 6-му занятию.

6-ое занятие

Конструкции и расчет турбин.

На занятии студенты изучают конструкции турбин, применяемых в турбокомпрессорах, и получают навыки в выполнении проверочных расчетов движения газов в проточных частях радиально-осевой турбины [3, стр. 34...52]:

- в подводящем устройстве (улитке);
- сопловом аппарате;
- рабочем колесе;
- выходном устройстве.

Отмечаются особенности конструкции и расчета осевых турбин, отличие параметров движения газа в активных и реактивных турбинах.

На этом занятии студентов необходимо ознакомить с оформлением исходных данных и порядком выполнения расчётов цикла двигателя с турбонаддувом с использованием программного комплекса, разработанного на кафедре ТД и ЭУ. Это необходимо для выполнения курсового проекта. Итогом этого занятия является построение планов скоростей движения газа на входе в рабочее колесо турбины и выходе из него. Дается задание на подготовку к 7-му занятию.

7-ое занятие

Характеристики компрессоров и турбин.

Охлаждение воздуха после компрессора.

После контроля усвоения материала 6-го занятия студенты изучают принципы формирования характеристик компрессоров и турбин, использование их при согласовании режимов работы поршневого двигателя и турбокомпрессора. Необходимо отметить, что при расчете цикла двигателей с турбонаддувом согласование заданных и рассчитанных: степени повышения давления воздуха в компрессоре и степени понижения давления газов перед турбиной являются важным этапом.

Во второй половине занятия студенты должны усвоить преимущества охлаждения

воздуха после компрессора и ознакомиться с типами теплообменников, применяемых в системах наддува (см. конспект, раздел 9).

В конце занятия проводится 2-ой рейтинг-контроль.

8-ое занятие

Способы регулирования наддува.

На этом занятии необходимо обратить внимание студентов на то, что при повышении литровой мощности поршневого двигателя, особенно транспортного назначения, с помощью турбонаддува возникает ряд проблем:

- возможность повышения тепловой и механической напряжённости деталей двигателя выше допустимых пределов;
- снижение топливной экономичности и возможный рост образования вредных веществ при работе двигателя с турбонаддувом на режимах, отличных от расчётного;
- заметное ухудшение приёмистости и работы двигателя на переходных режимах.

Эффективная совместная работа поршневого двигателя и турбокомпрессора происходит только на расчетном режиме, так как согласование расходных характеристик турбокомпрессора и поршневого двигателя выполняется, как правило, для узкого диапазона нагрузочных и скоростных режимов его работы. Сохранение эффективности при переходе на другие режимы и обеспечение необходимой приемистости двигателя в составе транспортного средства невозможны без регулирования наддува.

Регулирование наддува предполагает приведение степени повышения давления π_k и расхода воздуха G_k к значениям, которые обеспечивают работу двигателя с турбонаддувом на любом установленном режиме с более высоким КПД. Это достигается соответствующими воздействиями на характер движения рабочего тела и конструктивные параметры проточных частей в агрегате наддува. При этом необходимо иметь в виду, что система регулирования наддува является составной частью системы регулирования комбинированного двигателя.

При рассмотрении способов регулирования наддува рекомендуется использовать рис. 10.3 в конспекте лекций, на котором приведена схема газовых связей между элементами системы турбонаддува поршневого двигателя.

Из схемы следует, что для регулирования расхода воздуха и давления наддува необходимо изменять КПД η_k (*регулирование со стороны компрессора*) и (или) мощность $N_k = N_t$, равную мощности турбины (*регулирование со стороны турбины*).

Регулирование со стороны компрессора можно осуществлять:

- дроссельной заслонкой на входе;
- поворотом лопаток во входном направляющем аппарате (ВНА);
- поворотом лопаток в лопаточном диффузоре.

К этому виду регулирования иногда относят выпуск наддувочного воздуха при превышении давления p_s во впускном ресивере допустимого предела по тепловой и механической напряженности двигателя. Возможны способы: выпуск в атмосферу; перепуск на вход в компрессор; перепуск на вход в турбину (при $p_s > p_p$).

Регулирование со стороны турбины осуществляется изменением мощности турбины путём:

- перепуска газа минуя турбину;
- изменения парциальности подвода газа к рабочему колесу;
- изменения геометрии (поворот лопаток) соплового аппарата (СА);
- комбинации различных способов, включая: установку дополнительной камеры сгорания, электропривода и т.д. .

Лучшие результаты регулирования обеспечиваются в турбокомпрессорах, имеющих поворотные лопаточные устройства. Поворот лопаток в этих устройствах обеспечивает движение воздуха и газа в межлопаточных каналах с меньшими потерями на трение и удар, т.е. с более высокими КПД η_k и η_t в соответствии с режимом работы двигателя. Более подробно рассматриваются практически применяемые способы регулирования параметров наддува.

В заключение студенты получают задание на самостоятельную работу и патентный поиск в соответствии с темой 9-го занятия и защиты работ.

9-ое занятие

Оригинальные устройства для наддува

В начале урока проводится собеседование по теме занятия. Остальное время отводится на защиту выполненных лабораторных работ

Список использованной литературы

1. Двигатели внутреннего сгорания. Кн.1. Теория рабочих процессов: Учебник для вузов/ В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян и др.; Под ред. В.Н. Луканина.-М.: Высш.шк., 2005.-479 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей / Под ред. А.С.Орлина и М.Г.Круглова. - М.: Машиностроение, 1983.- 375 с.

3. Гаврилов А.А. Проектирование турбокомпрессоров для наддува поршневых двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / А.А. Гаврилов, М.С. Игнатов; Владим. гос. ун – т. –Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009.

4. Гаврилов А.А., Игнатов М.С., Эфрос В.В. Расчет поршневых двигателей внутреннего сгорания. – Владимир, 2003. – 102 с.