



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе дисциплины)  
**«ГАЗОПОРШНЕВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»**

основной профессиональной образовательной программы магистратуры  
по направлению подготовки

**13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

ИНСТИТУТ

морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК

кафедра энергетики

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ПК-5: Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов;</p> <p>ПК-6: Способен руководить работниками, осуществляющими безопасную эксплуатацию, проектирование, ремонт и реконструкцию теплоэнергетического оборудования</p>	<p>ПК-5.11: Применяет знание особенностей рабочих процессов газопоршневых энергетических установок;</p> <p>ПК-6.3: Организация работы исполнителей, контроль и проверка выполненных работ по безопасной эксплуатации, проектированию, ремонту и реконструкции газопоршневых энергетических установок</p>	<p>Газопоршневые энергетические установки</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструкцию современных газопоршневых двигателей, деталей движения, систем подачи горючего газа, воздухооборудования, смазки, охлаждения, автоматического регулирования, частоты вращения, пуска и реверса;</li> <li>- теорию рабочих процессов, протекающих в цилиндре, особенности процессов наполнения цилиндров воздухом, сжатия, смесеобразования, воспламенения газа, сгорания и расширения, определяющих эффективность преобразования теплоты рабочего тела в механическую работу;</li> <li>- особенности преобразования теплоты в работу у четырехтактных и двухтактных двигателей. Способы форсировки поршневых двигателей. Наддув поршневых двигателей и особенности его осуществления в четырехтактных и двухтактных циклах;</li> <li>- методы обработки опытных данных. Причины механической и термической напряженности газопоршневых двигателей их последствия, способы и средства предотвращения аварий;</li> <li>- основные свойства топлив и масел для поршневых двигателей и особенности их применения;</li> <li>- причины повышенной неравномерности вращения коленчатого вала, ее влияние на приводные ме-</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
			<p>ханизмы и электрические генераторы, меры по ее устранению. Явления неуправляемого повышения частоты вращения («разнос») и его предотвращение;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравновешенность газопоршневых двигателей, причины возникновения неуравновешенности, критерии оценка, меры по уравниванию неуравновешенных сил и моментов сил;</li> <li>- условия работы и основы конструирования основных деталей движения и остова;</li> <li>- механизмы изнашивания основных деталей и модели их изнашивания.</li> </ul> <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обслуживать поршневые двигатели и приводные механизмы, осуществлять подготовку к запуску, осуществлять их пуск сжатым воздухом, гидро и электростартером;</li> <li>- выходить на рабочий режим; контролировать параметры на рабочих режимах;</li> <li>- корректировать нагрузку с целью предотвращения опасных перегрузок; остановку двигателей;</li> <li>- осуществлять перевод работы поршневых двигателей на жидкое топливо;</li> <li>- контролировать работу системы наддува и своевременно обнаруживать отклонения качества ее функционирования;</li> <li>- осуществлять замену газоподающих устройств, уметь проводить их регулировку.</li> </ul> <p><u>Владеть навыками:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- регулировки рабочих процессов в цилиндре поршневых двигателей:</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
			изменять величину подачи горючего газа, угла опережение подачи, зазоры в органах газораспределения; - демонтажа деталей поршневой группы деталей, деталей кривошипно-шатунного механизма, сальников, а также владеть навыками ремонтных работ в полевых условиях; - обжатия прокладочных уплотнений крышек цилиндров, прецизионных беспрокладочных уплотнений.

## **2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме курсовой работы и экзамена, относятся:

- задание и вопросы для защиты курсовой работы;
- вопросы к экзамену по дисциплине.

## **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

3.1 Тестовые задания по дисциплине представлены в Приложении № 1. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Оценивание осуществляется по следующим критериям, приведенным в таблице 2:

- «зачтено» – 41-100 % правильных ответов на тестовые задания;
- «не зачтено» – 0-40 % правильных ответов.

3.2 В Приложении № 2 приведены задания и контрольные вопросы по лабораторным работам. Целью лабораторного практикума является закрепление знаний и умений, полученных на лекционных и практических занятиях. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике лабораторной работы по системе «зачтено» - «не зачтено». Критерии оценивания представлены в таблице 2.

#### **4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

4.1 Промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы. Задание и контрольные вопросы и по курсовой работе приведены в Приложении № 3. Защита курсовой работы проводится после предоставления завершенной работы и устранения всех замечаний по расчетной и графической части. Защита проводится устно в формате собеседования по материалам работы и в форме ответа на контрольные вопросы. Общее количество вопросов зависит от качества ответов студента и уровня владения материалом представленной работы. По результатам защиты курсовой работы выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»). Критерии оценивания представлены в таблице 2.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Типовые экзаменационные вопросы приведены в Приложении № 4. Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационный билет содержит три вопроса.

К экзамену допускаются студенты, получившие положительную оценку («зачтено») по результатам выполнения и защиты отчетов по лабораторным работам и тестирования. Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной, зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационные вопросы) и выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

Универсальная система оценивания результатов обучения, приведенная в таблице 2, включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 2 – Система и критерии выставления оценки

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно- корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	предложенный алгоритм, допускает ошибки	ветствии с заданным алгоритмом	основы предложенного алгоритма	поставленной задачи

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Газопоршневые энергетические установки» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022).

Заведующий кафедрой



---

В.Ф. Белей

Приложение № 1

**ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Вариант 1**

ПК-5: Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов.

Индикаторы ПК-5.11: Применяет знание особенностей рабочих процессов газопоршневых энергетических установок.

<i>Вопрос 1. В маркировке поршневого двигателя символ «П» означает</i>	
1. поршневой	3. со встроенной редукторной передачей
2. для генераторов переменного тока	4. с переменной частотой вращения

<i>Вопрос 2. В маркировке поршневого двигателя символ «× 2» означает</i>	
1. для привода 2-х ступенчатой холодильной машины	3. для использования в холодном климате второй категории
2. с двумя коленчатыми валами	4. два одинаковых хода поршня

<i>Вопрос 3. В маркировке поршневого двигателя символ «+» означает</i>	
1. Двигатель + компрессор	3. сложение двух ходов поршней
2. Двигатель + насос	4. отбор мощности с обоих концов коленчатого вала

<i>Вопрос 4. Частота вращения, которая <b>НЕ</b> допускается в процессе длительной эксплуатации поршневого двигателя</i>	
1. Номинальная	3. Критическая
2. Более номинальной	4. Более минимально устойчивой

<i>Вопрос 5. Давление, которое <b>НЕ</b> измеряется в цилиндре двигателя</i>	
1. Давление сжатия	3. Давление среднее индикаторное
2. Давление сгорания	4. Давление среднее эффективное

<i>Вопрос 6. Угол заклинки коленчатого вала у двухцилиндрового четырехтактного тронкового поршневого двигателя равен</i>	
1. 45°	3. 180°
2. 90°	4. 360°

<i>Вопрос 7. Среднее индикаторное давление – это ...</i>	
1. Среднее давление рабочего процесса	3. Среднее арифметическое между давлением сгорания и давлением сжатия
2. Условное постоянное давление, производящее работу эквивалентную работе газов в цилиндре	4. Отношение площади индикаторной диаграммы к площади поршня.

<i>Вопрос 8. Коэффициент остаточных газов показывает</i>	
--	--

1. долю продуктов сгорания в массе газоз-воздушной смеси в процессе сжатия	3. долю продуктов сгорания в массе свежего воздуха в процессе сжатия
2. долю продуктов сгорания в массе газоз-воздушной смеси в процессе сгорания	4. долю продуктов сгорания в массе газоз-воздушной смеси в процессе расширения

ПК-6: Способность руководить работниками, осуществляющими безопасную эксплуата-цию, проектирование, ремонт и реконструкцию теплоэнергетического оборудования.

Индикаторы ПК-6.3: Организация работы исполнителей, контроль и проверка выпол-ненных работ по безопасной эксплуатации, проектированию, ремонту и реконструкции теп-лоэнергетического оборудования.

<i>Вопрос 9. Индикаторное давление при увеличении цикловой подачи горючего газа ...</i>	
1. Возрастает	3. Возрастает до момента выгорания кисло-рода
2. Снижается до момента начала окисления азота воздуха	4. Не изменяется

<i>Вопрос 10. Показатель политропы процесса сжатия НЕ зависит от</i>	
1. Температуры стенки цилиндра	3. Частоты вращения
2. Диаметра цилиндра	4. Вида топлив.

<i>Вопрос 11. Конструктивные элементы, при помощи которых осуществляется вход воздуха и выход отработавших газов в двухтактных поршневых двигателях</i>	
1. Поршневой компрессор	3. Продувочные, выпускные окна и выпуск-ные клапаны
2. Турбовентилятор	4. Воздушный электромагнетатель

<i>Вопрос 12. Резонанс колебаний коленчатого вала наступает ...</i>	
1. При частоте свободных колебаний соот-ветствующей частоте вынужденных коле-баний	3. При совпадении частоты двигателя и при-водного механизма
2. При совпадении частоты возмущающего момента с частотой вращения приводного механизма	4. При совмещении центра колебаний с цен-тром масс двигателя

<i>Вопрос 13. Степенью наддува называется ...</i>	
1. Отношение давления наддува к давлени-ю выпускных газов перед турбиной	3. Отношение давления наддува после ком-прессора к давлению после охладителя воз-духа
2. Отношение абсолютного давления над-дувочного воздуха к абсолютному давлени-ю атмосферного воздуха	4. Отношение индикаторного давления к давлени-ю в начале сжатия

<i>Вопрос 14. Равновесный процесс, протекающий при постоянной температуре, называется</i>	
1. Изотропным	3. Изотопным
2. Изотронным	4. Изотермическим

<i>Вопрос 15. Способность топлива к самовоспламенению оценивается</i>	
1. Цетановым числом	3. Октановым числом
2. Этановым числом	4. Метановым числом

## Вариант 2

ПК-5: Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов.

Индикаторы ПК-5.11: Применяет знание особенностей рабочих процессов газопоршневых энергетических установок.

<i>Вопрос 1. В маркировке поршневого двигателя символ «Р» означает</i>	
1. рядный	3. ромбический
2. реверсивный	4. разгонный

<i>Вопрос 2. Символ в маркировке поршневого двигателя, который является обязательным</i>	
1. «Д» - дизель	3. «/» - косая черта
2. «П» - поршневой	4. «>» - двоеточие

<i>Вопрос 3. Мощность, которую указывают в паспорте двигателя</i>	
1. Индикаторная мощность	3. Механическая мощность
2. Эффективная мощность	4. Тепловая мощность

<i>Вопрос 4. Степень сжатия – это ...</i>	
1. Отношение максимального давления к минимальному давлению	3. Отношение рабочего объема цилиндра к объему предкамеры
2. Отношение давления сгорания к давлению сжатия	4. Отношение полного объема цилиндра к объему камеры сжатия

<i>Вопрос 5. Конструкционная деталь, которая отличает двухтактный поршневой двигатель от четырёхтактного</i>	
1. Наличие выпускного клапана	3. Наличие продувочного окна
2. Наличие продувочного клапана	4. Отсутствие поршневого пальца

<i>Вопрос 6. Угол заклинки коленчатого вала у трехцилиндрового двухтактного тронкового поршневого двигателя составляет</i>	
1. 90°	3. 180°
2. 120°	4. 360°

<i>Вопрос 7. Больше давление в цилиндре из перечисленных</i>	
1. Среднее эффективное	3. Среднее индикаторное
2. Среднее давление наддувочного воздуха	4. Среднее давление выпускных газов

<i>Вопрос 8. Коэффициент избытка воздуха при сгорании – это</i>	
---	--

1. Отношение воздуха, не участвующего в горении газообразного топлива, к общему количеству воздуха в цилиндре	3. Отношение теоретически необходимого количества воздуха к объёму продуктов сгорания
2. Отношение теоретически необходимого воздуха для полного сгорания топлива к действительному количеству воздуха в цилиндре	4. Отношение действительного количества воздуха к теоретически необходимому количеству воздуха

ПК-6: Способность руководить работниками, осуществляющими безопасную эксплуатацию, проектирование, ремонт и реконструкцию теплоэнергетического оборудования.

Индикаторы ПК-6.3: Организация работы исполнителей, контроль и проверка выполненных работ по безопасной эксплуатации, проектированию, ремонту и реконструкции теплоэнергетического оборудования.

<i>Вопрос 9. Сущность процесса наддува двигателя состоит в</i>	
1. Принудительном увеличении массы воздуха в цилиндре	3. Принудительном увеличении подачи топлива в цилиндр
2. Принудительном охлаждении воздуха для увеличения его плотности при умеренных температурах сгорания.	4. Принудительном увеличении давления в цилиндре и уменьшение температуры воздуха с целью увеличения подачи топлива

<i>Вопрос 10. Совершает механическую работу непосредственно в цилиндре ДВС</i>	
1. Тепловая энергия сгоревшего топлива	3. Температура газа в цилиндре
2. Давление газа в цилиндре	4. Изменение энтропии газа в процессе расширения

<i>Вопрос 11. Основной принцип действия теплового двигателя внутреннего сгорания</i>	
1. Преобразование тепловой энергии газа в индикаторную мощность	3. Преобразование химической энергии топлива в механическую работу
2. Преобразование кинетической энергии кривошипно-шатунного механизма в индикаторную мощность	4. Преобразование потенциальной энергии кривошипно-шатунного механизма в индикаторную мощность

<i>Вопрос 12. Устройства, при помощи которых осуществляется подача воздуха и очистка цилиндров в четырёхтактных дизелях</i>	
1. Предохранительные клапаны	3. Впускные и выпускные клапаны
2. Выпускные клапаны	4. Индикаторные клапаны

<i>Вопрос 13. Цель, с которой охлаждают наддувочный воздух</i>	
1. Для увеличения плотности и массовой подачи воздуха в цилиндр	3. Для снижения температуры деталей камеры сгорания
2. Для предотвращения помпажа компрессора	4. Для повышения КПД двигателя

<i>Вопрос 14. По какому теоретическому циклу работают современные дизельные двигатели</i>	
1. Цикл Рудольфа Дизеля	3. Цикл Сабатэ-Тринклера
2. Цикл Николаса Отто	4. Цикл Саади Карно

<i>Вопрос 15. Температура смазочного масла, при которой указывается кинематическая вязкость в его маркировке</i>	
1. 100 К	3. 100 °F
2. 100 °R	4. 100 °C

### Вариант 3

ПК-5: Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов.

Индикаторы ПК-5.11: Применяет знание особенностей рабочих процессов газопоршневых энергетических установок.

<i>Вопрос 1. В маркировке поршневого двигателя символ «Д» означает</i>	
1. двигатель	3. двухтактный
2. двухрядный	4. двухтопливный

<i>Вопрос 2. Символ, который отсутствует в маркировке поршневого двигателя</i>	
1. «Т» - тронковый	3. «Р» - реверсивный
2. «П» - со встроенной передачей	4. «Н» - с газотурбинным наддувом

<i>Вопрос 3. Наибольшая мощность двигателя – это ...</i>	
1. Индикаторная мощность	3. Механическая мощность
2. Эффективная мощность	4. Тепловая мощность

<i>Вопрос 4. Реальный процесс сжатия происходит ...</i>	
1. с теплообменом	3. без теплообмена
2. с охлаждением рабочего тела	4. с подводом теплоты

<i>Вопрос 5. Угол заклинки коленчатого вала у четырехцилиндрового четырехтактного кривокопфного поршневого двигателя составляет</i>	
1. 45°	3. 180°
2. 90°	4. 360°

<i>Вопрос 6. Степень повышения давления цикла – это отношение ...</i>	
1. давления сжатия к давлению цикла.	3. максимального давления цикла к индикаторному давлению
2. среднего индикаторного давления к атмосферному.	4. максимального давления цикла к давлению сжатия.

<i>Вопрос 7. Коэффициент наполнения цилиндра показывает</i>	
1. массовую долю чистого воздуха по отношению к рабочему объёму цилиндра	3. объёмную долю чистого воздуха в полном объёме цилиндра.
2. массовую долю чистого воздуха по отношению к массе воздуха в рабочем объёме цилиндра	4. объёмную долю чистого воздуха в объёме рабочего цилиндра

<i>Вопрос 8. При увеличении коэффициента избытка воздуха в цилиндре индикаторное давление</i>	
1. Возрастает	3. Возрастает до максимально возможного
2. Снижается до предела воспламеняемости смеси	4. Снижается

ПК-6: Способность руководить работниками, осуществляющими безопасную эксплуатацию, проектирование, ремонт и реконструкцию теплоэнергетического оборудования.

Индикаторы ПК-6.3: Организация работы исполнителей, контроль и проверка выполненных работ по безопасной эксплуатации, проектированию, ремонту и реконструкции теплоэнергетического оборудования.

<i>Вопрос 9. Формула определения эффективной мощности двухтактного двигателя в кВт, если индикаторное давление в МПа, имеет вид</i>	
1. $N_e = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S \cdot i \cdot n \cdot z \cdot \frac{P_i \cdot 1000}{60} \cdot \eta_{\text{мех}}$	3. $N_e = \frac{\pi}{2} \cdot D^2 \cdot S \cdot i \cdot n \cdot z \cdot \frac{P_i \cdot 1000}{30} \cdot \eta_{\text{мех}}$
2. $N_e = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S \cdot i \cdot n \cdot z \cdot \frac{P_i \cdot 1000}{30} \cdot \Delta \eta_i$	4. $N_e = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot S \cdot i \cdot n \cdot z \cdot \frac{P_i \cdot 1000}{30} \cdot \eta_{\text{мех}}$

<i>Вопрос 10. Устройства, при помощи которых осуществляется подача воздуха и очистка цилиндров от отработавших газов в четырехтактных двигателях</i>	
1. Продувочный клапан, газовый клапан	3. Продувочный клапан и индикаторный кран
2. Впускной и выпускной клапаны	4. Продувочный и пусковой клапаны

<i>Вопрос 11. Зависимость между числом цилиндров и степенью неравномерности вращения вала</i>	
1. При прочих равных условиях степень неравномерности вращения увеличивается с увеличением числа цилиндров	3. Для рядных двигателей степень неравномерности вращения увеличивается, а V-образных уменьшается
2. Степень неравномерности не изменяется, так как на каждый цилиндр приходится равные поступательно-движущиеся массы	4. Степень неравномерности вращения уменьшается

<i>Вопрос 12. Цель, с которой к кривошипам коленчатого вала присоединяют противовесы</i>	
1. Для уравнивания сил инерции маховика	3. Для снижения неравномерности вращения
2. Для повышения момента инерции	4. Для выравнивания нагрузки на подшипники

<i>Вопрос 13. Наименование скоростной характеристики дизеля, показывающей, какую предельную мощность может развивать дизель при различных условиях эксплуатации</i>	
1. Внешняя	3. Заградительная
2. Нагрузочная	4. Регуляторная

<i>Вопрос 14. Мощность, замеренная на фланце отбора мощности коленчатого вала, называется</i>	
1. Эффективная	3. Механическая

2. Динамическая	4. Индикаторная
-----------------	-----------------

<i>Вопрос 15. Символы маркировки масла, которые относятся к уровню напряженности работы двигателя</i>	
1. А, Б, В, Г, Д, Е	3. О, П, Р, С, Т, У
2. Ж, З, К, Л, М, Н	4. Ф, Х, Ц, Ч, Ш, Щ.

Приложение № 2

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

Лабораторная работа №1. Правила запуска и нагружения поршневого двигателя. Контроль работы ДВС в эксплуатации. КИП поршневого двигателя

Задание: изучить штатные приборы и их расположение на двигателе. Установить пределы измерения и точность прибора. Изучить конструкцию и устройство специальных приборов, установить точность получения измеряемых параметров. Уяснить меры безопасности при проведении измерений.

Контрольные вопросы:

1. Какие приборы называют штатными?
2. Какие приборы называют специальными?
3. Что означает красный сектор на шкале тахометра?
4. Назначение и устройство максиметра. Правила установки и измерения.
5. Назначение и устройство пиметра. Правила установки и измерения.
6. Назначение и устройство индикатора. Правила установки и измерения.
7. Какова продолжительность выхода двигателя на полную нагрузку?

Лабораторная работа №2. Нагрузочная характеристика поршневого двигателя

Задание: провести испытания двигателя по нагрузочной характеристике (5-6 фиксированных режимов). На каждом режиме зафиксировать значения крутящего момента, частоты вращения, температуры выпускных газов расхода топлива, расхода воздуха, давления и температуры наддувочного воздуха, максимального давления сгорания. Построить график нагрузочной характеристики. Построить графики характерных параметров в зависимости от мощности.

Контрольные вопросы:

1. Какие приводные агрегаты работают по нагрузочной характеристике?
2. Каков удельный расход топлива на холостом ходу?
3. Каков коэффициент избытка воздуха на холостом ходу?
4. Каким приемом регулируется частота вращения при изменении нагрузки?

Лабораторная работа №3. Внешняя характеристика поршневого двигателя

Задание: провести испытания двигателя по внешней характеристике (5-6 фиксированных режимов). На каждом режиме зафиксировать значения крутящего момента, частоты вра-

щения, температуры выпускных газов, расхода топлива, расхода воздуха, давления и температуры наддувочного воздуха, максимального давления сгорания. Построить график внешней характеристики. Построить графики характерных параметров в зависимости от мощности.

Контрольные вопросы:

1. Какие пределы изменения частоты вращения допускаются для поршневого двигателя? Чем ограничивается максимальное и минимальное значение?

2. Какие имеются степени идеализации внешней характеристики?

3. Какие опасности возникают при работе двигателя по внешней характеристике?

4. Как установить ограничение по термической напряженности для обеспечения работы баз перегрузки?

5. Чем отличаются коэффициент избытка воздуха при сгорании в цилиндре и измеренный коэффициент избытка воздуха?

6. Как ограничить жесткую работу цилиндров?

Лабораторная работа №4. Регуляторная характеристика поршневого двигателя

Задание: провести испытания двигателя по регуляторной характеристике (5-6 фиксированных режимов). На каждом режиме зафиксировать значения крутящего момента, частоты вращения, температуры выпускных газов расхода топлива, расхода воздуха, давления и температуры наддувочного воздуха, максимального давления сгорания. Построить график нагрузочной характеристики. Построить графики характерных параметров в зависимости от мощности.

Контрольные вопросы:

1. Какие разрушения наиболее часто проявляются при чрезмерном повышении частоты вращения двигателя?

2. Какие имеются методы и средства для аварийного останова двигателя при его разномесе?

3. Какие предъявляются требования к протеканию регуляторной характеристики?

4. Какие характеристики регулятора частоты вращения влияют на его чувствительность?

5. Какие характеристики регулятора необходимы для возможности параллельной работы газопоршневых дизель генераторов переменного тока?

Приложение № 3

**ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ**

Курсовая работа предполагает выполнение расчетов рабочего процесса газопоршневого двигателя, расчёты динамических нагрузок деталей движения и остова, проектирование топливной системы и определение основных характерных размеров форсунки для подачи СПГ, определение прочности коленчатого вала двигателя. Содержание курсовой работы приведено в таблице П.1, варианты заданий по курсовой работе – в таблице П.2. Назначение двигателя, особые условия эксплуатации: горючее топливо: газожидкостная композиция (доля сжиженного природного газа (метан) и доля дизельного топлива (факельное зажигание) задаются преподавателем.

Таблица П.1

№ раздела	Наименование раздела
1	Описание конструкции проектируемого двигателя и топливной системы подачи газа
2	Выбор исходных данных для расчёта рабочего процесса
3	Расчет рабочего процесса
4	Расчет газотурбинного наддува и охладителя надувочного воздуха
5	Построение индикаторной диаграммы теоретического цикла
6	Расчет и построение развернутой индикаторной диаграммы
7	Расчет диаграмм динамики
8	Построение диаграммы сил инерции
9	Построение диаграмм радиальных усилий
10	Построение диаграммы касательных усилий одного цилиндра
11	Построение диаграмм суммарных касательных усилий двигателя
12	Расчет маховика
13	Расчет коленчатого вала
14	Расчет впрыска СПГ системой Common Rail
15	Графическая часть проекта: поперечный разрез двигателя (эскиз)
16	Оформление пояснительной записки

Таблица П.2

Марка	Модель	Мощность макс., кВА	Мощность макс., кВт	Напряжение раб.	Рабочий объем, литр	Давление подключения газа, мбар	Наброс нагрузки за 1 сек	Степень сжатия	Расход газа*, м <sup>3</sup> /ч
<b><i>Gaz Ecos Doosan Daewoo (Корея)</i></b>									
Doosan Daewoo	Doosan Daewoo 50	63	<b>50</b>	400В	6	20-50мбар	80%	14,6	13

Марка	Модель	Мощность макс., кВА	Мощность макс., кВт	Напряжение раб.	Рабочий объем, литр	Давление подключения газа, мбар	Наброс нагрузки за 1 сек	Степень сжатия	Расход газа*, м <sup>3</sup> /ч
Doosan Daewoo	Doosan Daewoo 70	88	<b>70</b>	400В	8	20-50мбар	80%	14,6	18
Doosan Daewoo	Doosan Daewoo 100	125	<b>100</b>	400В	8	20-50мбар	70%	14,6	26
Doosan Daewoo	Doosan Daewoo 150	188	<b>150</b>	400В	11	20-50мбар	70%	14,6	39
Doosan Daewoo	Doosan Daewoo 200	250	<b>200</b>	400В	15	20-50мбар	80%	14,6	52
Doosan Daewoo	Doosan Daewoo 250	313	<b>250</b>	400В	18	20-50мбар	75%	14,6	65
Doosan Daewoo	Doosan Daewoo 300	375	<b>300</b>	400В	22	20-50мбар	85%	14,6	78
<b><i>Gaz Ecos MAN(Германия)</i></b>									
MAN	MAN 150	188	<b>150</b>	400В	11	20-50мбар	70%	14,6	39
MAN	MAN 200	250	<b>200</b>	400В	15	20-50мбар	70%	14,6	52
MAN	MAN 250	313	<b>250</b>	400В	18	20-50мбар	70%	14,6	65
MAN	MAN 300	375	<b>300</b>	400В	22	20-50мбар	70%	14,6	78
<b><i>Gaz Ecos Mitsubishi (РФ/Япония)</i></b>									
Mitsubishi	Mitsubishi 500	625	<b>500</b>	400В	34	20-50мбар	70%	14,5	130
Mitsubishi	Mitsubishi 750	938	<b>750</b>	400В	49	20-50мбар	70%	14,2	180
Mitsubishi	Mitsubishi 1000	1 250	<b>1000</b>	400В	65	20-50мбар	70%	14	260
Mitsubishi	Mitsubishi 1500	1 875	<b>1500</b>	400В	80	20-50мбар	70%	14	390
<b><i>GazEcos ЯМЗ, ТМЗ(Россия)</i></b>									
ЯМЗ	ЯМЗ 100	125	<b>100</b>	400В	15	20-50мбар	100%	15,2	26
ЯМЗ	ЯМЗ 150	188	<b>150</b>	400В	15	20-50мбар	80%	15,2	39
ЯМЗ	ЯМЗ 200	250	<b>200</b>	400В	15	20-50мбар	70%	15,2	52
ТМЗ	ТМЗ 250	250	<b>250</b>	400В	17	50мбар	70%	14,2	62
ЯМЗ	ЯМЗ 315	394	<b>315</b>	400В	26	20-50мбар	70%	15,2	82
<b><i>GazEcos КАМАЗ(Россия)</i></b>									
Камаз	Камаз 100	125	<b>100</b>	400В	12	20-50мбар	70%	15	26
Камаз	Камаз 150	188	<b>150</b>	400В	12	20-50мбар	70%	15	39
<b><i>GazEcos ММЗ(РФ/Белоруссия)</i></b>									

Марка	Модель	Мощность макс., кВА	Мощность макс., кВт	Напряжение раб.	Рабочий объем, литр	Давление подключения газа, мбар	Наброс нагрузки за 1 сек	Степень сжатия	Расход газа*, м <sup>3</sup> /ч
ММЗ	ММЗ 28	35	<b>28</b>	400В	6,5	20-50мбар	100%	17	7
<b><i>GazEcosТрансмашхолдинг(Россия)</i></b>									
Трансмашхолдинг	ГПУ 1000 8ГДГ49	1 250	<b>1000</b>	6,3/10,5 КВ	110	50мбар	60%		220
Трансмашхолдинг	ГПУ 1500 12ГДГ49	1 875	<b>1500</b>	6,3/10,5 КВ	166	50мбар	60%		330
Трансмашхолдинг	ГПУ 2250 16ГДГ49	2 813	<b>2250</b>	6,3/10,5 КВ	221	50мбар	60%		495
<b><i>GazEcosRicardo</i></b>									
Ricardo	Ricardo 15	19	<b>15</b>	400В	3,6	20-50мбар	100%	18	4
Ricardo	Ricardo 21	26	<b>21</b>	400В	3,6	20-50мбар	70%	17	5
Ricardo	Ricardo 50	69	<b>55</b>	400В	6,5	20-50мбар	100%	17	14

### Контрольные вопросы для защиты курсовой работы

1. Как выбирается степень сжатия для обеспечения высокого КПД и сохранения умеренной механической напряженности поршневого двигателя?
2. Как выбирается степень повышения давления для обеспечения высокого КПД и сохранения умеренной механической напряженности поршневого двигателя?
3. Каковы оптимальные значения коэффициента избытка воздуха в зависимости от системы подачи горючего газа?
4. Какие имеются ограничения по максимальной температуре сгорания для обеспечения допустимых экологических показателей?
5. Какие камеры сгорания рекомендуются для повышения мощности поршневого двигателя?
6. Какие способы наддува могут реализоваться в газопоршневых двигателях?
7. Какие рекомендуются оптимальные конструктивные решения по компоновке цилиндров?
8. Какие схемы заклинки коленчатого вала наилучшим образом влияют на уравновешенность двигателя?
9. Как обеспечивается впрыск СПГ в камеру сгорания системой Common Rail?

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН)  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Особенности преобразования теплоты в работу в идеальном двигателе. Цикл идеального поршневого двигателя в координатах «P-V» и «T-S».
2. Особенности преобразования теплоты в работу в реальном двигателе, основные потери тепла, тепловой баланс и индикаторный КПД.
3. Краткая история развития тепловых поршневых двигателей внутреннего сгорания.
4. Конструктивное устройство 4-х тактного поршневого двигателя. Организация цикла 4-х тактных поршневых двигателей. Цикл 4-х тактного двигателя и его основные процессы. Развернутая индикаторная диаграмма цикла 4-х тактного поршневого двигателя.
5. Круговая диаграмма фаз газораспределения, подачи горючего газа и его воспламенения цикла 4-х тактного двигателя. Фазы открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов. Развернутая диаграмма фаз газораспределения и сгорания газа.
6. Конструктивное устройство 2-х тактных поршневых двигателей. Организация цикла 2-х тактных двигателей. Цикл 2-х тактного двигателя и его основные процессы. Развернутая индикаторная диаграмма цикла 2-х тактного двигателя.
7. Конструктивное исполнение поршневых двигателей. Соотношение размеров цилиндра. Классификация и обозначение поршневых двигателей по ГОСТ 53638-2009.
8. Газообмен у 2-х тактных поршневых двигателей, Основные схемы продувки цилиндра и их особенности. Фаза предварения выпуска, фаза принужденного выпуска, фаза продувки. Конструктивные устройства, сокращающие потерю заряда.
9. Обобщенный (теоретический) цикл 4-х тактных и 2-х тактных двигателей. Безразмерные параметры цикла и их влияние на термический КПД. Сравнение циклов тепловых двигателей в координатах «P-V» и «T-S». Использование энергии выпускных газов.
10. Термический, относительный, индикаторный, механический и эффективный КПД. Их физический смысл и взаимосвязь.
11. Действительная и геометрическая степени сжатия у 2-х тактных поршневых двигателей. Физический смысл и взаимосвязь.
12. Факторы, влияющие на эффективность использования теплоты сгорания газообразного топлива поршневых двигателей (термодинамические и эксплуатационные).
13. Процесс наполнения цилиндра воздухом у 4-х тактных дизелей. Коэффициент остаточных газов, давление и температура в начале сжатия.

14. Коэффициент наполнения и его связь с зарядом воздуха в цилиндре. Вывод расчетной формулы коэффициента наполнения и её анализ.
15. Физические явления, сопровождающие реальный процесс сжатия. Показатель политропы сжатия реального процесса. Связь интенсивности теплообмена с диаметром цилиндра.
16. Допущения, принимаемые в расчете процесса сжатия. Средний показатель политропы сжатия и его связь с теплообменом. Оценка среднего показателя политропы сжатия по индикаторной диаграмме реальных циклов.
17. Определение давления, температуры и работы процесса сжатия поршневого двигателя. Трудности запуска двигателей в холодное время. Причины и пути их преодоления.
18. Основы получения газообразных товарных топлив. Основные методы и процессы. Основные физико-химические показатели горючих газов. Элементарный состав горючих газов. Теплота сгорания горючих газов и жидких топлив. Формула Д.И. Менделеева для определения теплоты сгорания.
19. Образование горючих смесей и методы воспламенения горючих газов. Моторный метод определения воспламеняемости горючих смесей.
20. Вредные примеси в горючих газах. Коррозионные разрушения деталей. Газовая и кислотная коррозия. Причины её возникновения, пути устранения.
21. Особенности смесеобразования в газопоршневых двигателях. Качество смесеобразования и его оценка. Период задержки самовоспламенения. Жесткость сгорания горючих смесей.
22. Схема системы подачи сжиженных горючих газов Common Rail. Устройство пьезокерамической форсунки. Стенд испытания и регулировки форсунок. Количественная оценка качества распределения с помощью характеристики распыливания.
23. Оценка тепловых потерь камеры сгорания. Камеры смесеобразования неразделённого типа и их особенности. Преимущества и недостатки.
24. Камеры смесеобразования разделённого типа (предкамерные, вихревые, камеры в поршне). Их особенности, преимущества и недостатки.
25. Общая характеристика процесса сгорания газа по развёрнутой индикаторной диаграмме. Определение жесткости процесса сгорания горючих газов.
26. Теоретически необходимое количество воздуха для эффективного сжигания и горючего газа. Коэффициент избытка воздуха для сгорания и его связь с качеством смесеобразования.

27. Количество молей продуктов сгорания, приращение молей в процессе сгорания газа. Коэффициент молекулярного изменения и его использование.
28. Связь параметров процесса сжатия и расширения. Определение степени предварительного расширения.
29. Теплоёмкость продуктов сгорания в произвольной точке цикла. Вывод уравнения.
30. Закон Кирхгофа для теплового эффекта реакции сгорания топлива. Коэффициенты использования тепла.
31. Уравнение сгорания газа для расчётного цикла. Вывод уравнения. Определение максимальной температуры цикла.
32. Процесс расширения с учётом догорания газа. Давление и температура в конце расширения. Показатель политропы расширения.
33. Работа процесса сжатия и расширения, отнесённые к 1 кг топлива.
34. Процесс выпуска отработавших газов у 4-х тактных двигателей. Основные фазы процесса. Работа выталкивания.
35. Температура газов в выпускном коллекторе. Температура газозооной смеси. Вывод расчётных уравнений.
36. Среднее индикаторное давление расчётного цикла. Расчётное уравнение и его анализ.
37. Индикаторная мощность двигателя. Индикаторный КПД. Удельный индикаторный расход топлива. Вывод расчётных формул.
38. Механические потери в двигателе. Эффективная мощность двигателя. Среднее эффективное давление. Среднее давление механических потерь. Механический КПД.
39. Эффективный КПД. Удельный эффективный расход топлива. Номинальная (полная) мощность.
40. Определение основных геометрических размеров цилиндра двигателя по эффективному давлению цикла, заданной мощности и частоте вращения.
41. Построение расчётного цикла по его основным параметрам. Определение среднего индикаторного давления расчётного цикла с учетом скруглений индикаторной диаграммы.
42. Наддув 4-х тактных двигателей. Устройство свободного турбокомпрессора. Наддув при постоянном давлении газов перед турбиной и импульсный наддув. Экспериментальное определение характеристик турбокомпрессора. КПД турбокомпрессора. Явление помпажа. Типовые ряды турбокомпрессоров.

43. Кинематические особенности движения кривошипно-шатунного механизма. Формула перемещения поршня от угла поворота кривошипа.  $X_\varphi = f(\varphi)$ . Построение развернутой индикаторной диаграммы  $P_z = f(\varphi)$ .
44. Скорость и ускорение поршня. Аналитические зависимости скорости  $C_\Pi = f(\varphi)$  и ускорения  $J_\Pi = f(\varphi)$ .
45. Поступательно-движущихся массы и вращательные массы КШМ. Поступательное и вращательное движение шатуна. Основанные эмпирические соотношения движущихся масс.
46. Абсолютная и относительная сила инерции. Движущая сила КШМ. Диаграмма суммарных движущих сил, действующих на поршень.
47. Разложение функции ускорения поступательно движущихся масс в ряд Фурье. Силы инерции 1-го и 2-го порядков.
48. Силовое взаимодействие тронка с зеркалом втулки цилиндра. Усилия в шатуне
49. Касательная сила и формула её определения от угла поворота кривошипа.
50. Радиальная сила и формула её определения от угла поворота кривошипа.
51. Опрокидывающий момент и его связь с крутящим моментом.
52. Построение диаграммы касательных сил  $t = f(\varphi)$ .
53. Построение диаграммы радиальных сил  $z = f(\varphi)$ .
54. Углы заклинки коленчатого вала. Диаграмма суммарных касательных сил  $\Sigma t = f(\varphi)$ . Средняя касательная сила  $t_{cp}$  и её связь с индикаторным давлением  $p_i$ .
55. Неравномерность вращения коленчатого вала и её причины. Степень неравномерности вращения и её зависимость от качества регулировки двигателя.
56. Требования к неравномерности вращения коленчатого вала. Назначение маховика. Обеспечение требуемой неравномерности вращения коленчатого вала. Расчет маховика.
57. Определение основных конструктивных размеров маховика.
58. Неуравновешенные силы одноцилиндровых двигателей. Уравновешивание одноцилиндрового двигателя, схема.
59. Неуравновешенные силы и моменты сил многоцилиндровых двигателей. Крутильные колебания коленчатых валов, возникновение резонансных явлений, демпферы крутильных колебаний.
60. Оценка массово-габаритных размеров двигателя.
61. Определение центра масс двигателя.

62. Определение равнодействующей неуравновешенных сил инерции поступательно движущихся масс первого порядка  $R_I$ .
63. Определение равнодействующей неуравновешенных сил инерции поступательно движущихся масс второго порядка  $R_{II}$
64. Определение равнодействующей неуравновешенных центробежных сил  $R_{ц}$
- 65.** Определение неуравновешенных моментов сил инерции первого порядка  $M_I$
66. Определение неуравновешенных моментов сил инерции второго порядка  $M_{II}$
67. Определение неуравновешенных моментов центробежных сил  $M_{ц}$
68. Степень уравновешенности судовых дизелей и ее оценка с помощью критериев Климова-Стечкина.
69. Конструктивные меры по уравновешиванию двигателей.
70. Условия работы и особенности конструирования коленчатых валов, Коммуникации смазки, действующие нагрузки, обеспечение прочности и надежности.
71. Мотылевые подшипники. Действующие нагрузки, расчёт удельных давлений. Полярные диаграммы удельных давлений.
72. Рамовые подшипники. Действующие нагрузки, расчет удельных давлений. Полярные диаграммы удельных давлений.
73. Расчетные нагрузки на верхнюю головку шатуна. Особенности конструирования верхних головок.
74. Стержни шатунов. Действующие нагрузки. Особенности конструирования.
75. Нижние головки шатунов. Действующие нагрузки. Особенности конструирования.
76. Шатунные болты. Действующие и расчетные нагрузки. Обеспечение надежной работы. Причины обрыва шатунных болтов и их последствия.
77. Основные элементы конструкции поршней. Условия работы. Отвод тепла от поршней. Причины заклинивания поршней и их последствия.
78. Компрессионные и маслосъёмные поршневые кольца. Их размещение на поршне, конструкции, зазоры в канавках и замках. Особенности монтажа поршневых колец.
79. Механизм уплотнения поршневых колец, насосный эффект компрессионных колец.
80. Способы охлаждения поршней 4-х тактных двигателей. Конструкции систем подачи жидкости для охлаждения поршней
81. Втулки рабочих цилиндров. Условия работы, действующие нагрузки, особенности конструирования.

82. Топливная аппаратура газовых двигателей. Основные требования к системам подачи горючего газа. Классификация систем подачи газа. Организация воспламенения горючих смесей.
83. Топливные насосы и компрессоры подачи газа. Привод насосов, регулирование подачи в зависимости от загрузки двигателя.
84. Регулирование подачи клапанными форсунками.  
Форсунки для подачи газа. Форсунки с электромагнитным управлением. Форсунки с пьезокерамическим управлением. Ресурсные возможности распылителей форсунок.
85. Изнашивание основных прецизионных элементов форсунок. Влияние износов на удельный расход топлива.
86. Системы подачи газообразного топлива. Схема двухтопливной системы. Устройство смесительного аккумулятора. Требования Госгортехнадзора к устройству подачи газа
87. Системы смазки. Маркировка смазочных масел.
88. Циркуляционная система охлаждения. Вентиляторная система охлаждения. Устройство градирни.
89. Система пуска и реверса. Устройство систем воздушного пуска поршневых двигателей. Устройство воздушного компрессора. Устройство баллона сжатого воздуха.
90. Регуляторы частоты вращения. Неуправляемое увеличение частоты вращения коленчатого вала (разнос). Меры предотвращения разрушения двигателя.