

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный архитектурно-строительный университет»

А.И. Захаров, В.В. Медведев, Ю.А. Какушкин

ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Практикум

Томск
Издательство ТГАСУ
2017

УДК 621.43(076.5)
ББК 31.365я73

Захаров, А.И. Двигатели внутреннего сгорания [Текст] :
З-38 практикум / А.И. Захаров, В.В. Медведев, Ю.А. Какушкин. –
Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2017. – 64 с.
ISBN 978-5-93057-778-5

Практикум содержит описания лабораторных работ, выполняемых с использованием действующих двигателей внутреннего сгорания, макетов и компьютеризированного лабораторного стенда. В ходе выполнения лабораторных работ студенты знакомятся с методами измерения и анализа различных параметров двигателя, а также закрепляют знания об устройстве двигателей внутреннего сгорания.

Практикум предназначен для студентов бакалавриата и специалитета всех направлений и форм обучения, изучающих дисциплины «Автомобильные двигатели», «Основы конструкции и расчет энергетических установок», «Силовые установки».

УДК 621.43(076.5)
ББК 31.365я73

Рецензенты:

В.Р. Фукс, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобиля и тракторы ТГАСУ;

Т.А. Готовцева, кандидат технических наук, директор ООО «Центральное экспертное бюро».

ISBN 978-5-93057-778-5 © Томский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2017
© Захаров А.И., Медведев В.В.,
Какушкин Ю.А., 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1	
Установки для испытания двигателей внутреннего сгорания.....	7
Лабораторная работа № 2	
Устройство лабораторного стенда и определение выходных параметров.....	18
Лабораторная работа № 3	
Изучение конструкции, регулировка и определение фаз газораспределительного механизма.....	28
Лабораторная работа № 4	
Индицирование двигателя. Определение давления рабочего тела в цилиндре двигателя.....	38
Лабораторная работа № 5	
Характеристика холостого хода ДВС.....	41
Лабораторная работа № 6	
Определение коэффициента избытка воздуха при работе двигателя на различных режимах.....	49
Лабораторная работа № 7	
Внешние скоростные характеристики ДВС.....	54
Заключение.....	60
Список рекомендуемой литературы.....	62

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Цель работы: изучить нормативные документы, порядок проведения испытаний двигателя и обработки результатов.

Общие положения. Лабораторные занятия по испытаниям двигателей внутреннего сгорания выполняются с целью углубления и закрепления знаний по курсу теории двигателей внутреннего сгорания и приобретения навыков проведения экспериментальных работ. Одной из ответственных задач при испытании двигателей является анализ результатов опытов. Подробный анализ результатов испытаний позволяет изучить важнейшие эффективные показатели ДВС, уяснить реальные значения этих величин.

Объем и порядок проведения испытаний определяется рядом стандартов и инструкций. Правила проведения контрольных и приемочных испытаний, а также испытаний на безотказность для автомобильных двигателей предусмотрены ГОСТ 14846–81 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний», а для тракторных ГОСТ 18509–88 «Двигатели автотракторные. Методы стендовых испытаний». Подобные стандарты имеются и в других странах мира. Методическое руководство включает в себя описание оборудования и приборов, используемых при выполнении лабораторных работ. Контрольные типовые испытания автомобильных двигателей проводятся на типовых лабораторных установках. Лабораторная установка «Рабочие процессы бензиновых двигателей» предназначена для проведения лабораторных работ по изучению конструкции, принципов работы и методов испытаний двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в учебных курсах: «Автомобильные двигатели», «Рабочие процессы, основы конструкции и расчет энергетических установок».

Лабораторная установка состоит из:

- двигателя внутреннего сгорания (Robin Subaru EX13D);
- нагрузочного устройства гидравлического типа;
- приборов для измерения частоты вращения коленчатого вала;
- газоанализатора;
- мобильной фундаментной рамы;
- электронного блока для регистрации параметров двигателя;
- персонального компьютера с программным обеспечением;
- приборов для измерения температуры;
- отвода отработавших газов и глушение шума выхлопа;
- вспомогательных приборов (секундомера, ареометра и др.).

Определение основных показателей двигателя. Эффективная мощность является одним из основных энергетических показателей двигателя. Поглощаемая гидравлическим тормозом лабораторной установки энергия двигателя расходуется на совершение гидродинамической работы и работу трения.

Для измерения крутящего момента коленчатого вала двигателя и частоты вращения используется торсионная труба. Применение механического нагрузочного дросселя обеспечивает возможность плавной регулировки момента сопротивления нагрузочного устройства во всем диапазоне режимов нагружения двигателя. Оценка эффективной мощности двигателя выполняется по следующей зависимости:

$$N_e = \frac{M_e \cdot n}{9550}, \quad (1.1)$$

где N_e – эффективная мощность двигателя, кВт; M_e – крутящий момент, Н м; n – частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹.

Приборы для измерения частоты вращения коленчатого вала. Для определения мощности, развиваемой двигателем, кроме величины крутящего момента или усилия на плече тормоза необходимо знать еще и частоту вращения коленчатого вала. Для измерения этого параметра применяются тахометры или суммарные счетчики с секундомерами. Эти приборы могут быть

механическими, магнитоиндукционными, электрическими, электронными.

Классическим примером механического устройства для измерения числа оборотов, давно применяемого в технике, является центробежный тахометр. Принцип действия его основан на изменении центробежных сил и выполняется в виде подставного прибора.

Недостатками механических тахометров являются быстрый износ деталей при длительной работе и невозможность вести измерения дистанционно.

Примером электронного тахометра является стробоскопический тахометр, принцип действия которого заключается в том, что объект, частоту вращения которого желательно измерить, освещается мощным источником пульсирующего света, причем частоту пульсации можно регулировать в широких пределах. При равенстве периодов импульсов освещения с периодом вращения объекта последний кажется неподвижным. Регулятор частоты пульсации лампы тахометра имеет шкалу для отсчета частоты вращения контролируемого объекта.

Для точного измерения частоты вращения коленчатого вала после выведения двигателя на заданный режим применяются суммарные счетчики с секундомерами (иногда с электрическими секундомерами). Согласно ГОСТ 14846–81 точность измерения частоты вращения коленчатого вала должна составлять $\pm 0,5 \%$ от номинального числа оборотов; для суммарного числа оборотов $\pm 1 \%$.

Приборы для замера расхода топлива. Сущность замера расхода топлива при испытании двигателей состоит в том, что измеряют время расходования определенной дозы топлива.

Особенностью измерений, производимых при испытании двигателей, является то, что все величины, которые необходимо определить, должны измеряться в один и тот же период времени. Этот промежуток должен быть достаточно малый, чтобы можно было пренебречь изменением за этот период теплового состояния

двигателя и режима работы, и одновременно достаточно большой, чтобы на точность измерений сильно не повлияли время срабатывания приборов или реакция экспериментатора.

Принято считать, что результаты измерений, полученных при испытании двигателей, являются наиболее достоверными, если после кажущегося установления постоянного теплового состояния двигателя при данном режиме его работы все величины измерены за отрезок времени от 20 до 50 с.

Поэтому величину дозы топлива или навески выбирают с таким расчетом, чтобы время замера лежало в указанном выше интервале.

Для измерения расхода потребляемого двигателем топлива используют весовой способ и расходомеры.

Весовой способ (более точный) состоит в определении отрезка времени, в течение которого двигатель расходует некоторое весовое количество топлива из расходного сосуда, установленного на весах.

Согласно ГОСТ 14846–81, точность измерения расхода топлива должна быть при весовом способе замера $\pm 1\%$.

Приборы для измерения расхода воздуха. Для измерения расхода воздуха применяют ротационные (объемные) счетчики и насадки, а также электронные устройства для измерения массового расхода воздуха.

Ротационные счетчики роторного типа имеют счетный механизм со шкалой визуального отсчета израсходованного объема воздуха за некоторый промежуток времени. Современные роторные воздухомеры обладают весьма малыми гидравлическими сопротивлениями. Так, например, роторный счетчик РС-600 имеет потерю напора при номинальном расходе, не превышающую 0,002 МПа.

Для сглаживания пульсаций давления, вызываемых работой двигателя, между счетчиком и двигателем обычно размещается ресивер, снабженный резиновым демпфером.