

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОБАЛАНСНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Завершающим этапом создания новых или модернизации существующих моделей являются испытания двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Одним из наиболее распространенных видов испытаний являются стендовые, проводимые в специально оборудованных боксах, которые в зависимости от назначения и целей могут быть как типовыми, так и исследовательскими.

При испытаниях двигателей внутреннего сгорания необходимо собрать как можно более подробную информацию о работе его систем и агрегатов. На основании полученной информации определяются мощностные, экономические и ресурсные показатели работы двигателя. В большинстве случаев все измерения при испытаниях двигателей, особенно при проведении типовых испытаний по установленным стандартам, производят на установленных режимах работы, когда показания приборов, определяющих скоростной режим, тепловое состояние, уровни давлений или разряжений в системах, а также нагрузку на двигатель остаются неизменными во времени [1]. Однако даже при этих условиях возможно появление ошибок и погрешностей при проведении как прямых, так и косвенных измерений. Все погрешности разделяют на два основных вида: объективные и субъективные [2, 3].

Объективные погрешности возникают вследствие несовершенства принятого метода измерений, особенностей конструкции прибора и влияния внешних условий на процесс измерений. При этом различают погрешности статические, наблюдаемые при измерениях постоянных во времени величин, и динамические, наблюдаемые при измерении переменных во времени величин. Статические погрешности складываются, во-первых, из погрешностей связанных со свойствами материалов, технологией их обработки, качеством изготовления и сборки приборов, во-вторых, из погрешностей, связанных только с методикой проведения измерений, положенной в основу данного прибора. К инструментальным погрешностям относят погрешности, возникающие от трения, излишних зазоров в опорах, неточности изготовления, сборки и регулировки узлов приборов. Статические и динамические погрешности образуют категорию систематических

погрешностей. Систематические ошибки могут быть своевременно обнаружены, устранены или учтены при обработке результатов измерений.

Субъективные ошибки возникают в связи с физиологическими особенностями испытателя, качеством его работы и опытом. Физиологические особенности наблюдателя связаны с его внимательностью, состоянием зрения, слуха, быстротой реакции. Субъективные ошибки относятся к категории случайных, они могут быть полностью исключены только за счет использования приборов, измерительного оборудования и систем, обеспечивающих автоматическую регистрацию, запись и хранение измеряемых величин.

Измерительные системы представляют собой функционально объединенные измерительные приборы, преобразователи и другие средства, имеющие распределенную структуру размещения первичных преобразователей для измерения разнородных физических величин исследуемого объекта. Измерительные системы по назначению делятся на информационно-измерительные, контрольно-измерительные и измерительно-управляющие. При наличии в составе средств автоматического получения и обработки информации систему называют автоматической, а в зависимости от числа измерительных каналов одно-, двух- и многоканальными.

Информационно-измерительные системы представляют собой функционально объединенные измерительные, вычислительные и вспомогательные средства, устройства и принадлежности, предназначенные для получения, преобразования и обработки измерительной информации с целью ее предоставления для функций контроля, диагностирования и идентификации [4].

С целью предотвращения возникновения условий для появления субъективных ошибок при сборе информации в процессе стендовых испытаний двигателей, была разработана принципиальная схема информационно-измерительной системы централизованного сбора информации с различных агрегатов ДВС. Схема системы представлена на рис. 1. В качестве центрального блока используется персональный компьютер, что позволяет организовывать различные алгоритмы испытаний и произ-

водить первоначальную обработку данных в испытательном боксе.

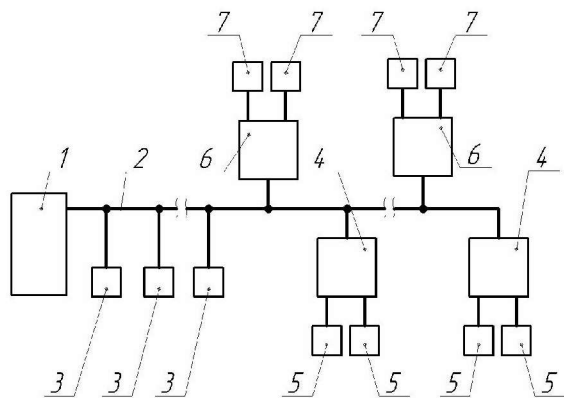


Рис.1. Схема сбора данных: 1 – персональный компьютер; 2 – линия I2C; 3 – температурный датчик; 4 – аналогово-цифровой преобразователь; 5 – аналоговый датчик; 6 – цифро-аналоговый преобразователь; 7 – исполнительное устройство

Для передачи данных выбран протокол I2C. Данный протокол предполагает использование четырех проводной линии (питание, две линии данных и земля). Каждый датчик является цифровым и имеет уникальный идентификационный номер, что позволяет подключать их параллельно (до 112 датчиков при длине линии до 10 м) к одной линии данных или организовать несколько независимых параллельных линий.

В качестве датчиков используются датчики температуры – LM75AD, часы реального времени DS1307, аналогово-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи, собранные на микроконтроллере ATmega48, – с подключенными к ним датчиками давления и частоты вращения, микросхем памяти 24LC256-1/SM.

Наличие в системе автономных блоков (рис. 2) и персонального компьютера позволяет наиболее рационально организовать период получения данных с датчиков.

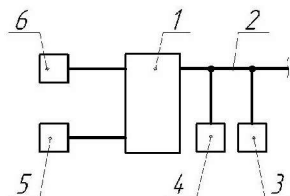


Рис. 2. Схема автономного блока сбора данных:

1 – микроконтроллер; 2 – линия I2C; 3 – часы реального времени DS1307; 4 – микросхема памяти 24LC256-1/SM; 5 – аналоговый датчик; 6 – исполнительное устройство

Данные с датчиков температуры и давления снимаются с частотой один раз в секунду, а с датчиков частоты вращения один раз в минуту, и записываются в блок сбора данных в течение всего испытания с последующей передачей всех данных по запросу в персональный компьютер.

Температура деталей систем охлаждения, смазки и топливной системы изменяется с низкой скоростью, поэтому для контроля их температуры, достаточно прикрепить к их поверхностям реального времени со встроенным температурным датчиком. В то же время температура деталей поршневой группы и подшипников скольжения коленчатого вала может изменяться достаточно быстро, особенно на переходных режимах, поэтому туда ставятся аналоговые датчики температуры.

Подключение измерительного комплекса к системам двигателя в процессе проведения испытаний показано на рис. 3.

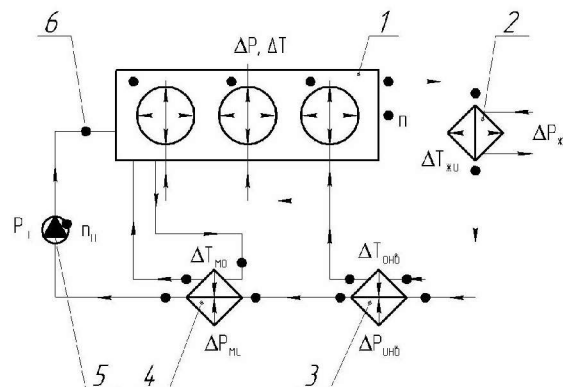


Рис. 3. Схема подключения системы сбора информации при проведении испытаний ДВС

1 – поршневая часть двигателя; 2 – жидкостной радиатор (водо-водяной холодильник); 3 – охладитель наддувочного воздуха; 4 – водомасляный холодильник; 5 – циркуляционный насос охлаждающей жидкости; 6 – места подключения датчиков

Расположение датчиков позволяет в режиме реального времени получать информацию о работе основных систем комбинированного двигателя: смазки, охлаждения, наддува. Полученные данные о температурах, давлениях и расходах рабочих сред в указанных системах позволят более точно определять составляющие теплового баланса двигателя, эффективные показатели его работы, оценивать оптимальность настроек и регулировок основных систем двигателя.

Датчики давления подключаются к персональному компьютеру через аналогово-цифровые преобразователи и устанавливаются на входе и вы-

ходе из рубашки охлаждения двигателя, радиатора охлаждения, водомасляного охладителя, охладителя наддувочного воздуха, водяного, масляного и топливного насосов, фильтров. Датчики давления опрашиваются один раз в минуту, что позволяет синхронизировать их показания с показаниями температурных датчиков в этих же точках.

Датчики частоты вращения подключаются к персональному компьютеру через аналогово-цифровые преобразователи и устанавливаются на коленчатый и распределительный вал, валы водяного и масляного насосов и вентилятора. Частота опроса этих датчиков один раз в секунду.

Более точную информацию можно получить, используя не один центральный блок, а несколько автономных блока сбора информации с подключенными к ним датчиками. В этом случае частота опроса датчиков может достигать 5000 раз в секунду, что позволит получать параметры быстротекущих процессов в камере сгорания.

Используя полученные данные, как в режиме реального времени, так и собранные за определенный промежуток времени, и проводя их анализ с помощью соответствующего программного обеспечения, можно проводить испытания двигателя по более гибкой программе в автоматическом режиме. А также проводить исследования влияния различных режимов работы агрегатов ДВС на его технические и экологические характеристики.

При установке в систему блоков управления на базе цифро-аналоговых преобразователей (рис. 3) позволяет расширить возможности системы:

- полностью исключить участие человека в настройке органов управления двигателем;
- установить в место агрегатов с механическим приводом, агрегаты с электронным управлением и приводом от электродвигателя, что позволит реализовать более сложные алгоритмы управления ДВС.

Разработанная система автоматического сбора и обработки информации позволяет в режиме реального времени измерять параметры, определяющие величину указанных потерь теплоты: расходы жидкостей и газов, их температуры. Полученные данные позволяют оценивать эффективность преобразования теплоты, выделяющейся при сгорании топлива в работу, а также результативность режимных и конструктивных мероприятий и модернизаций, направленных на энергосбережение в ДВС.

Теплота, отводимая охлаждающей жидкостью может быть оптимизирована с целью увеличения полезной работы без снижения надежности двигателя. Более существенные резервы повышения эффективного КПД ДВС представляют потери теплоты с отработавшими газами, составляющие в некоторых типах двигателей до 40 % теплоты, выделившейся при сгорании топлива. Перспективным способом снижения потерь теплоты с отработавшими газами является использование циклов с продолженным расширением. В этом случае потери теплоты с отработавшими газами могут быть снижены на 40...50 % [5]. Несколько снизятся при этом и потери теплоты в стенки цилиндра вследствие снижения средней температуры цикла.

В настоящее время ведется работа по установке данной системы на испытательный стенд для проведения исследований, как двигателя в целом, так и отдельных его агрегатов в штатной комплектации и в модернизированном варианте.

Комплекс сбора данных рекомендуется использовать, как в учебном процессе, так и при проведении научно-исследовательских работ, направленных на разработку мероприятий по энергосбережению в двигателях внутреннего сгорания и повышение их эффективности.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 3046-1-99 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные условия, объявленная мощность, расходы топлива и смазочного масла. Методы испытаний. 2. Райков И. Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания / И. Я. Райков. – М.: Высш. школа, 1975. – 320 с. 3. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента / Х. Шенк. – М.: Мир, 1972. – 381 с. 4. Блинов О. М. Теплотехнические измерения и приборы / О. М. Блинов, А. М. Бельский, В. Ф. Бердышев. – М.: Металлургия, 1993. – 288 с. 5. Дьяченко В. Г. Теория двигателей внутреннего сгорания / В. Г. Дьяченко. – Х.: Изд-во ХНДУ. – 2009. – 500 с.

Bibliography (transliterated):

1. GOST R ISO 3046-1-99 Dvigateli vnutren-nego sgoranija porshnevyje. Harakteristiki. Chast' 1. Standartnye uslovija, ob#javlennaja mownost', rashody topliva i smazochnogo masla. Metody is-pytanij. 2. Rajkov I. Ja. Ispytanija dvigatelej vnut-rennego sgoranija / I. Ja. Rajkov. – M.: Vyssh. shkola, 1975. – 320 s. 3. Shenk H. Teorija inzhener-nogo jeksperimenta / H. Shenk. – M.: Mir, 1972. – 381 s. 4. Blinov O. M. Teplotehnicheskie izmerenija i pribory / O. M. Blinov, A. M. Belen'kij, V. F. Berdyshev. – M.: Metallurgija, 1993. – 288 s. 5. D'jachenko V. G. Teorija dvigatelej vnutren-nego sgoranija / V. G. D'jachenko. – H.: Izd-vo HNDU. – 2009. – 500 s.