

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.435.001

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА МАЛОГАБАРИТНОГО ЧЕТЫРЕХТАКТНОГО БЕНЗИНОВОГО ДВС

С.В. Гусаков, М.В. Азанов, А.А. Савастенко

Кафедра теплотехники и тепловых двигателей
Российский университет дружбы народов
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

В статье приводятся причины выбора, преимущества и описание малогабаритного стенда для получения характеристик четырехтактного двигателя, а также всех его компонентов.

Ключевые слова: двигатель с искровым зажиганием, регулировочная характеристика, состав смеси, нагрузочный режим, тормозной стенд, массовый расход, бензогенератор

В последнее время требования, предъявляемые к современным ДВС по выполнению ими ряда нормативных параметров, становятся все более жесткими. Такие условия, как высокая мощность и надежность при низкой стоимости уже недостаточны. Все большее значение приобретают такие параметры, как малое содержание сажи, вредных веществ и твердых частиц в отработавших газах, низкий расход топлива и масла на угар, снижение шумности. Так как существуют очень сложные взаимосвязи между параметрами двигателя и этими критериями, целенаправленные работы по совершенствованию ДВС можно вести, имея только ясное представление о физико-химических и термо-, газогидродинамических процессах, происходящих в них.

Во время работы ДВС в нем происходит двойное преобразование энергии. Первоначально химическая энергия топлива за счет его сгорания превращается в тепловую, которая потом преобразуется в механическую. Стендовые испытания ДВС позволяют определить общий коэффициент полезного действия по количеству подводимой энергии, запасенной в химическом виде в топливе и отдаваемой механической энергии к нагрузочной машине. Чтобы обоснованно вводить изменения в конструкцию двигателя, требуется знать не только количество подводимой и отводимой энергии, но и понимать процессы, происходящие в двига-

теле. Эти процессы могут быть изучены благодаря изменению текущего давления в камере сгорания. Таким образом, работы по индцированию рабочего процесса играют очень важную роль.

Условия эксплуатации транспортных средств диктуют необходимость частых изменений режимов движения. Поэтому двигатели обычно работают на установленных режимах лишь короткие промежутки времени, часто переходя с одного режима на другой, причем скоростные и нагрузочные режимы могут изменяться независимо друг от друга. Это означает, что при любой частоте вращения коленчатого вала двигателя (от минимально устойчивой до максимальной) нагрузка двигателя может также изменяться от нулевой до максимальной, определяемой внешней скоростной характеристикой [1]. Исследовать топливно-экономические и экологические параметры ДВС во всем диапазоне рабочих режимов его работы можно только в условиях тормозного стенда, оснащенного комплексом соответствующей контрольно-измерительной аппаратуры. Экспериментальные данные также важны для проверки достоверности математических моделей, с помощью которых моделируются многие процессы, происходящие в ДВС.

Использование «больших» двигателей для проведения исследования рабочих процессов ДВС имеет следующие недостатки:

- большие эксплуатационные расходы (топливо, смазочные материалы и др. рабочие жидкости, электроэнергия для освещения и вентиляции помещения и т.п.);
- необходимость в специально оборудованных помещениях из-за высокого уровня шума, вибраций, обеспечения противопожарной безопасности и т.п.;
- потребность в квалифицированном обслуживаемом персонале.

В зависимости от назначения различают испытания: исследовательские, доводочные, приемочные (государственные), контрольные, приемо-сдаточные и эксплуатационные. По характеру испытаний их разделяют на две группы: научно-исследовательские и типовые [2].

Испытания составляют заключительный этап создания и совершенствования процессов двигателей внутреннего сгорания. Как правило, объявленная мощность, экономичность, токсичность и другие оценочные показатели двигателя его надежность и долговечность устанавливают путем испытаний в стендовых и эксплуатационных условиях. Различным видам испытаний в связи с этим подвергают вновь создаваемые, модернизируемые и серийные двигатели. Каждый вид испытаний проводят с определенной целью.

Исследовательские испытания проводятся для совершенствования существующих двигателей, перехода на другую компоновку или тип двигателя, при разработке принципиально новых силовых агрегатов и апробирования новых конструкционных материалов. Чтобы подчеркнуть целевое назначение, иногда выделяют испытания на износ, пусковые, регулировочные, на токсичность и т.д. [2].

Доводочные испытания проходят все вновь создаваемые или модернизируемые двигатели, отдельные их механизмы и их системы.

Приемочные испытания двигателей новых и модернизированных конструкций проводят согласно ГОСТ 14846—69 после завершения всех доводочных работ, включая регулировочные.

Контрольные испытания серийных двигателей проводят в комплексе с агрегатами необходимыми для работы в условиях эксплуатации [2].

Приемо-сдаточные испытания проходят все серийные двигатели, выходящие с завода.

Эксплуатационные испытания двигателей проводят специализированные научно-исследовательские организации и соответствующие лаборатории заводов изготовителей с целью определения износа деталей двигателя и выявления его долговечности в различных условиях [2].

Основным устройством исследовательского моторного стенда является нагрузочное устройство, которое служит для поглощения мощности вырабатываемой двигателем при испытании. Испытания на тормозных стендах, как правило, проводят на установившихся режимах, когда момент развиваемый двигателем (M_e), равен моменту сопротивления (M_c) тормоза в течение необходимого времени, $M_e = M_c$.

Выбор тормозного устройства для исследовательских испытаний процессов, происходящих ДВС, зависит от многих факторов: типа двигателя, мощности, частоты вращения и др. Тормозные устройства можно разделить на следующие типы.

Механические тормоза по конструктивному исполнению бывают разными, но все построены по принципу фрикционного механизма.

Воздушные тормоза представляют собой воздушные винты.

Гидравлические тормоза имеют широкое применение и могут быть следующих исполнений: дисковые, лопастные, штифтовые, камерные, пленочные и объемные.

Электрические тормоза наиболее распространены на практике испытаний ДВС.

Комбинированные тормоза применяются с целью расширения рабочей области тормоза [3].

Частота вращения коленчатого вала является одним из важнейших параметров, характеризующих процессы двигателя. От частоты вращения зависят такие параметры, как время, отводимое на процесс преобразования химической энергии в механическую, расход воздуха, топлива, мощность, температура воздуха и отработавших газов [2]. Частоту вращения измеряют тахометрами.

Базой для создания малогабаритного исследовательского стенда является бензогенератор. В этом случае исследуемым объектом является ДВС, а нагружающим устройством служит штатный электрогенератор с потребителем электроэнергии. В этом случае удастся минимизировать затраченное время на создание исследовательского стенда.

Бензогенератор (рис. 1) имеет следующие параметры: бензиновый четырехтактный двигатель Hyundai IC 200 с воздушным охлаждением, который развивает мощность 4,65 кВт; однофазный генератор номинальной мощностью 2,2 кВт, с выходным напряжением 220 В, током 10 А и частотой 50 Гц.

Схема исследовательской установки показана на рис. 2. Она включает в себя следующие основные блоки: двигатель, генератор с нагрузочным устройством, контрольно-измерительные приборы.



Рис. 1. Общий вид бензогенератора: 1 — топливный бак; 2 — двигатель внутреннего сгорания; 3 — генератор; 4 — рама; 5 — панель управления

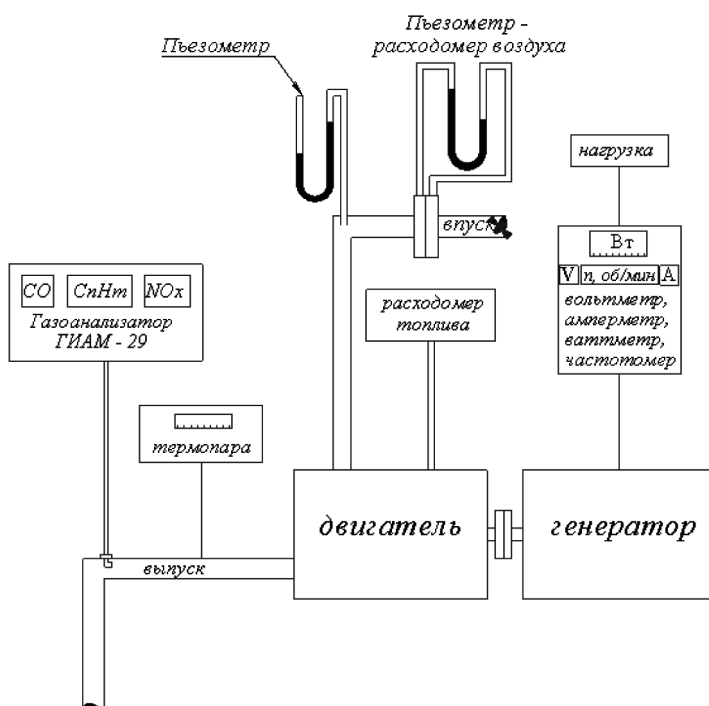


Рис. 2. Схема исследовательского стенда

Предполагается, что на стенде непосредственно будут регистрироваться следующие параметры:

- частота вращения коленчатого вала двигателя n , мин⁻¹;
- напряжение генератора $U_{ген}$, В и ток в нагрузке $I_{нагр}$, А;
- перепад давления в мерной шайбе расходомера воздуха $\Delta P_{возд}$, мм водяного столба;

- время расходования двигателем $\Delta t_{\text{бенз}}$, сек мерного объема бензина $\Delta V_{\text{бенз}}$, см³;
- температура отработавших газов $t_{\text{ог}}$, °С;
- концентрация вредных веществ CO, CH и NO_x в отработавших газах, % или ppm;
- температура воздуха на впуске $t_{\text{возд}}$, °С;
- давление окружающей среды $P_{\text{возд}}$, кПа.

Регистрируемые параметры позволят с помощью расчетных соотношений [4] определить такие показатели двигателя, как развиваемые двигателем крутящий момент $M_{\text{кр}}$ и мощность Ne , часовые массовые расходы топлива $G_{\text{топ}}$ и воздуха $G_{\text{возд}}$, удельный эффективный расход топлива g_e , коэффициент избытка воздуха α и др.

В целом, можно сделать следующие выводы.

Применение бензогенератора в качестве исследовательского стенда для изучения реальных процессов в ДВС сокращает время на создание стенда.

Исследовательская установка позволит на уровне кафедры проводить исследовательские испытания ДВС.

Предложенная схема стенда предполагает модернизацию и доводку измерительного оборудования в исследовании рабочих процессов ДВС.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Юлдашев А.К., Хайтрудинов И.Н. Стенды для исследования двигателей при неустановившихся нагрузках. Казань: Фен, 2002. 228 с.
- [2] Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания. М.: Высшая школа, 1975.
- [3] Горбунов В.В., Патрахальцев Н.Н. Методические рекомендации к выполнению лабораторной работы «Стенды и приборы для испытаний двигателей внутреннего сгорания». М.: Изд-во УДН, 1985.
- [4] Гусаков С.В., Патрахальцев Н.Н. Планирование, проведение и обработка данных экспериментальных исследований двигателей внутреннего сгорания. М.: Изд-во РУДН, 2004. 168 с.

THE WORKING PROCESS RESEARCH OF COMPACT FOUR-STROKE PETROL INTERNAL COMBUSTION ENGINE PROCESS

S.V. Gusakov, M.V. Azanov, A.A. Savastenko

Department of Heat Engineering and Heat Engines
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The reasons of choice, advantages and description of compact stand for receiving four-stroke engine characteristics and all of the components are adduced in the article.

Key words: spark ignition engine, adjustment characteristic, mixture composition, load mode, brake stand, mass flow rate, gasoline generator

REFERENCES

- [1] Uldashev A.K., Khaitrutdinov I.N. Stands for engines research during transient loads. Kazan: «Fen» publishing house, 2002. P. 228. [Yuldashev A.K., Khaytrudinov I.N. Stendy dlya issledovaniya dvigateley pri neustanovivshikhsya nagruzkakh. Kazan: Izdatelstvo «Fen», 2002. 228 s.]
- [2] Raikov I.Ya. Internal combustion engines research. High school, 1975. [Raykov I.Ya. Ispytaniya dvigateley vnutrennego sgoraniya. M.: Vysshaya shkola, 1975.]
- [3] Gorbunov V.V., Patrakhaltsev N.N. Guidelines for laboratory work “Stands and gadgets for internal combustion engines research”. PFUR publ., 1985. [Gorbunov V.V., Patrakhaltsev N.N. Metodicheskiye rekomendatsii k vypolneniyu laboratornoy raboty «Stendy i pribory dlya ispytany dvigateley vnutrennego sgoraniya». M.: Izd-vo RUDN, 1985.]
- [4] Gusakov S.V., Patrakhaltsev N.N. Planning, conducting and data treatment of internal combustion engines experimental research. PFUR publishing, 2008. P. 168. [Gusakov S.V., Patrakhaltsev N.N. Planirovaniye, provedeniye i obrabotka dannykh eksperimentalnykh issledovany dvigateley vnutrennego sgoraniya. M.: Izd-vo RUDN, 2004. 168 s.]