МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 629.113

А. М. Абгарян, аспирант;
Н. М. Филькин, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ВНЕШНИМ ПОДВОДОМ ТЕПЛА

Рассмотрен один из методов совершенствования энергетических установок тепловых машин и обоснованы предполагаемые экономические, экологические и технические результаты при применении предложенного метода совершенствования. Приведена схема стенда для измерения и оптимизации параметров двигателя с внешним подводом тепла.

Ключевые слова: комбинированная энергосиловая установка, низкотемпературный паровой двигатель, стенд для оптимизации

Существуют различные методы повышения коэффициента полезного действия (КПД) двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Одним из самых актуальных методов усовершенствования ДВС является создание комбинированных энергосиловых установок [2]. Существуют различные типы комбинированных энергосиловых установок. Некоторые из них помогают работать ДВС с помощью энергии, запасенной в накопителях, некоторые позволяют использовать энергию выпускных газов ДВС для получения дополнительной мощности. Чаще всего энергию выпускных газов используют в газовой турбине для привода турбокомпрессора [3]. Но даже после газовых турбин в выпускных газах ДВС содержится большое количество тепловой энергии, которое чаще всего выбрасывается в окружающую среду. В редких случаях остаточное тепло выпускных газов, а также тепловая энергия системы охлаждения ДВС используются для подогрева воды. Далее подогретая вода используется в бытовых нуждах, как для отопления, так и для горячего водоснабжения [4]. Использование тепловых потерь ДВС в бытовых нуждах актуально для стационарных ДВС или электрогенераторов. Для ДВС мобильных транспортных средств такое использование тепловых потерь возможно только во время стоянки, что редко применяется в практике в связи с технологическими затруднениями. Как правило, тепловая энергия выпускных газов и системы охлаждения выбрасывается в атмосферу. Стоит заметить, что тепловое преобразование ДВС мобильных транспортных средств не так велико, а суммарные тепловые потери могут достигать 50–70 % от всей тепловой энергии топлива. В связи с этим возникает потребность утилизации потерянной тепловой энергии с получением дополнительной механической энергии.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о необходимости создания комбинированной энергосиловой установки, способной использовать тепловую энергию выпускных газов ДВС для создания дополнительной механической энергии. Очевидно, что для преобразования утерянной ДВС тепловой энергии в механическую энергию вращения вала требуются двигатели с внешним подводом тепла. Таковыми являются паровые двигатели и двигатели Стирлинга.

Двигатель Стирлинга имеет достаточно хорошие массово-габаритные показатели и приемлемое тепловое преобразование при больших перепадах температур. Так как необходимо преобразовать тепло не только выпускных газов, но и системы охлаждения, которая имеет рабочую температуру 70–120 °С, то «двигатель Стирлинга» исключается.

Паровые двигатели с применением современных материалов и технологий можно сделать достаточно компактными и легкими без существенного удорожания. Причем применение закрытого парового цикла и роторного парового двигателя позволит существенно повысить КПД. Рабочие характеристики парового двигателя позволят синхронизировать вал ДВС с валом парового двигателя без различных сложных узлов и приспособлений. Применение в качестве рабочего тела углеводородов с низкой температурой кипения позволит снизить рабочую температуру парового двигателя до температуры охлаждающей жидкости ДВС без существенных потерь мощности и теплового преобразования парового двигателя. На рис. 1 приведена схема усовершенствования ДВС путем комбинирования его с паровым двигателем с замкнутым циклом.

Предложенный метод усовершенствования энергетических установок тепловых машин позволяет экономить топливо, а значит, увеличивает экологичность, так как чем меньше топлива расходуется, тем меньше происходит выбросов вредных веществ.

Механическая энергия парового двигателя также может быть преобразована в электрическую энергию и использована в комбинированных электромеханических энергосиловых установках.

Стоит добавить, что усовершенствование существующих ДВС транспортных средств путем их комбинирования с низкотемпературным паровым двига-

© Абгарян А. М., Филькин Н. М., 2014

телем позволит не только экономить топливо, но и улучшить тяговые характеристики.

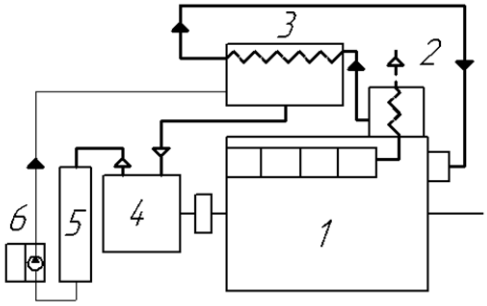

Рис. 1. Схема усовершенствованного двигателя внутреннего сгорания: *1* – ДВС; *2* – теплообменник выпускных газов; *3* – парогенератор; *4* – паровой двигатель; *5* – конденсатор рабочего тела; *6* – питательный насос

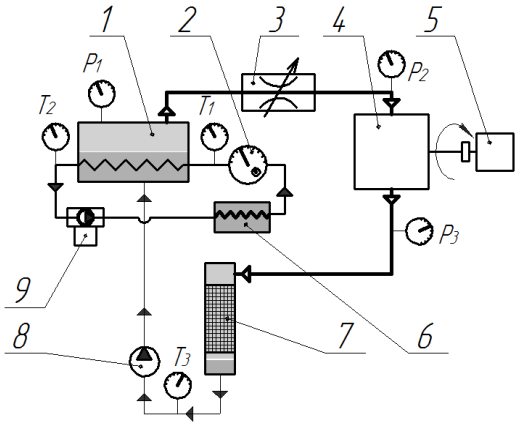

Рис. 2. Схема стенда для измерения и оптимизации параметров низкотемпературного парового двигателя: *1* – парогенератор; *2* – расходомер; *3* – дроссель; *4* – паровой двигатель; *5* – измеритель частоты вращения и момента двигателя; *6* – электрический нагреватель; *7* – конденсатор рабочего тела; *8* – питательный насос; *9* – циркуляционный насос; *T1* – измеритель температуры жидкости на входе в парогенератор; *T2* – измеритель температуры жидкости на выходе из парогенератора; *T3* – измеритель температуры рабочего тела на выходе из конденсатора; *P1* – измеритель давления в парогенераторе; *P2* – измеритель давления на входе в двигатель; *P3* – измеритель давления на выходе из двигателя

Для оптимизации параметров низкотемпературного двигателя с внешним подводом тепла необходимо создать методику расчета рабочей температуры и рабочего давления. Также для оптимизации, проверки достоверности расчетов и измерения показателей мощности и теплового преобразования вышеуказанного двигателя необходимо создать рабочий образец. Рабочий образец должен представлять собой рабочий стенд с измерительным оборудованием. На рис. 2 приведена схема стенда для измерения и оптимизации параметров рабочих тел и выходной мощности роторного низкотемпературного парового двигателя.

С помощью вышеуказанного стенда возможно измерение рабочих параметров теплоносителя, количества подводимого тепла, вращающий момент и частоту вращения парового двигателя. После расчетов с использованием измеренных показателей возможно сравнение расчетной и практической мощности, а также подбор параметров рабочего тела для достижения максимальной мощности парового двигателя.

Библиографические ссылки

1. *Мартыновский В. С.* Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов / под ред. В. М. Бродянского. – М. : Энергия, 1979. – 288 с.

2. Выбор мощности тягового электродвигателя, двигателя внутреннего сгорания и параметров накопителей гибридных силовых установок автомобилей : учеб. пособие / В. А. Умняшкин [и др.]. – Ижевск : Регуляр. и хаот. динамика, 2006. – 137 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей : учеб. для вузов по специальности «Двигатели внутр. сгорания» / под общ. ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990. – 288 с.

4. *Лосев С. М.* Паровые турбины и конденсационные устройства. Теория, конструкции и эксплуатация. – 10-е изд., перераб. – М. ; Л. : Энергия, 1964. – 376 с.

* * *

A. M. Abgarian, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
N. M. Filkin, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development of stand for optimization of parameters of low-temperature engine with external heat supply

One of the methods of improvement of thermal machines' power plants is examined and prospective economic, ecological and technical results are proved when the suggested method of improving is applied. The scheme of the stand for measurement and optimization of parameters of engine with external heat supply is given.

Keywords: combined energy-power plant, low-temperature steam engine, stand for optimization

Получено: 16.04.14