

УДК 621.412

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В НАГРЕВАТЕЛЯХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ВНЕШНИМ ПОДВОДОМ ТЕПЛОТЫ

Зуев А.А., к.т.н.,

Стефановский А.Б., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (619) 42-04-42

Аннотация – в статье рассмотрена конструкция экспериментальной установки для исследования процессов теплообмена в нагревателях двигателей с внешним подводом теплоты.

Ключевые слова – двигатель с внешним подводом теплоты, альтернативные двигатели, двигатель Стирлинга.

Постановка проблемы. При работе двигателя с внешним подводом теплоты направление течения рабочего тела относительно нагревателя постоянно изменяется вследствие того, что поршень-вытеснитель то вытесняет рабочее тело из цилиндра в регенератор и охладитель, то, наоборот, как бы засасывает его обратно в цилиндр [1]. При этом по ходу рабочего цикла постоянно изменяется и давление рабочего тела [2].

Давление рабочего тела оказывает влияние на интенсивность подвода или отвода теплоты с поверхностей теплообменников, ибо коэффициент теплоотдачи при прочих равных условиях зависит от плотности теплоносителя [3].

Анализ последних работ. Если реализовать в экспериментальной установке одновременно с подогревом еще и процесс сжатия-расширения, это сильно усложнит как установку, так и методику эксперимента. Поэтому возможно проводить эксперимент по исследованию теплообмена рабочего тела с ребренной поверхностью нагревателя, реализовав в цилиндре с поршнем серию практически постоянных давлений.

Цель работы. Сконструировать экспериментальную установку для исследования процессов теплообмена в поршневой системе при практически постоянном давлении.

Основная часть. Для реализации этой идеи использовалась схема, приведенная на рис.1.

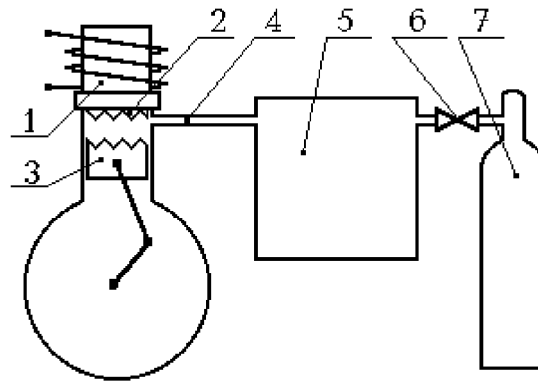


Рис.1. Принципиальная схема постановки эксперимента.

Было предложено смонтировать ребрения 2 и 3 на головке цилиндра и днище поршня, приводимого в движение от кривошипно-шатунного механизма. К ребрению 2 предлагается подводить тепло от электрического нагревателя 1. Чтобы при перемещении поршня в цилиндре установки не изменялось давление, последний сообщался трубопроводом 4 с емкостью 5. При проведении опытов воздух должен был то выжиматься поршнем из цилиндра в эту емкость, то поступать из нее обратно в цилиндр. Тем самым имитируется возвратно-поступательное движение воздуха относительно ребренных поверхностей 2 и 3. Объем емкости 5 должен значительно превышать объем цилиндра, поэтому при перемещении поршня величина давления в емкости и цилиндре практически не меняется. Баллон 7 и редуктор 6 позволяют поддерживать в объеме экспериментальной установки определенный фиксированный уровень давления. Тем самым из рабочего цикла как бы выделяется элемент с фиксированным давлением. Проводя эксперименты на разных уровнях давления в емкости 5, предполагается выяснить влияние этого фактора на интенсивность подогрева рабочего тела. Количество тепла, воспринятое рабочим телом в течение эксперимента, можно определить по изменению его температуры в цилиндре и емкости 5. Влияние уровня скоростей рабочего тела можно оценить, проводя опыты с различными фиксированными частотами вращения коленчатого вала экспериментального стенда.

Основная часть экспериментальной установки (рис.2) изготовлена на базе одноцилиндрового компрессора трактора МТЗ-80, от которого использовались штатные цилиндр 1, поршень 2, и кривошипно-шатунный механизм. На поршне 2 укреплен ребренный

вытеснитель 3. Крепление осуществляется болтом 4. Чтобы уменьшить отвод тепла от ребер к поршню, внутри вытеснителя имеется кольцевая полость, заполненная воздухом, выполняющим функцию теплоизолятора. Сверху на цилиндр компрессора устанавливается воздухохраник 5, в котором размещены ребра нагревателя 6. Последний крепится к теплопроводу 7 электрического обогревателя болтом 8.

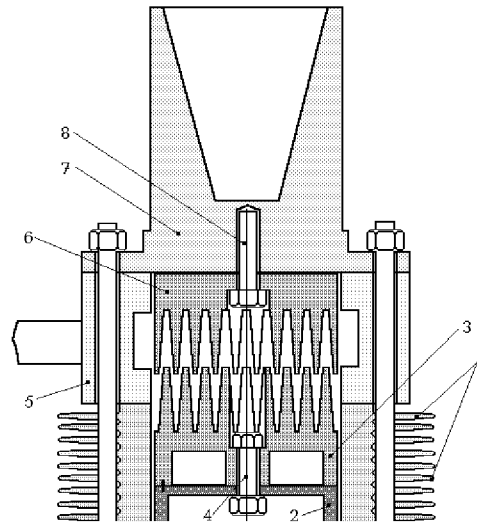


Рис.2. Устройство основной части экспериментальной установки.

При возвратно-поступательном движении поршня 2 и вытеснителя 3 воздух поступает из воздухохраника 5 к ребрам нагревателя 6 или вытесняется из межреберных объемов обратно в воздухохраник. Последний сообщается с ресивером (см. рис.2), предотвращающим колебания уровня давления в экспериментальном объеме.

Перемещения рабочего тела вызываются перемещением поршня 2 с помощью штатного кривошипно-шатунного механизма, привод которого осуществляется электродвигателем П22 89857, питающимся от сети переменного тока через выпрямитель (диодный мост) и лабораторный автотрансформатор ЛАТР-1М. Крутящий момент от вала электродвигателя через упругую муфту и штатный понижающий редуктор (передаточное отношение 1,25), встроенный в картер компрессора, передается коленчатому валу установки. Изменяя напряжение, осуществляется изменение частоты вращения коленчатого вала установки. Контроль частоты вращения осуществляется тахометром.

Обогреватель устроен следующим образом. На медном профилированном стакане (теплопроводе) нарезана наружная резьба с шагом 1,5 мм, поверх резьбы нанесен тонкий (0,2...0,5 мм) слой электрической изоляции. По изолированным канавкам намотан

проводник (нихромовая проволока диаметром 0,8 мм) и затем обмотка покрыта толстым слоем теплоизоляции (15...20 мм).

Под действием электрического тока проволока нагревается и выделяющееся тепло через слой первичной изоляции нагревает теплопровод, на плоский конец которого крепится нагреватель рабочего тела. Интенсивность тепловыделения регулируется лабораторным автотрансформатором ЛАТР-1М и контролируется амперметром и вольтметром.

С целью более эффективного использования тепла, выделяемого нагревателем, и равномерного подвода его к ребренной головке цилиндра теплопровод изнутри был спрофилирован по условию постоянства плотности теплового потока в осевом направлении, образовавшаяся при этом полость заполнена термоизолирующим материалом. Контроль температур ребренной поверхности осуществляется термопарами, заделанными вблизи вершин и в основании ребер. ЭДС термопар регистрируется микровольтметром В7-37.

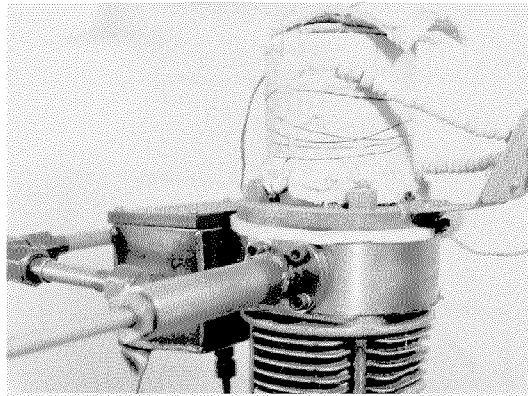


Рис.3. Внешний вид системы электроподогрева.

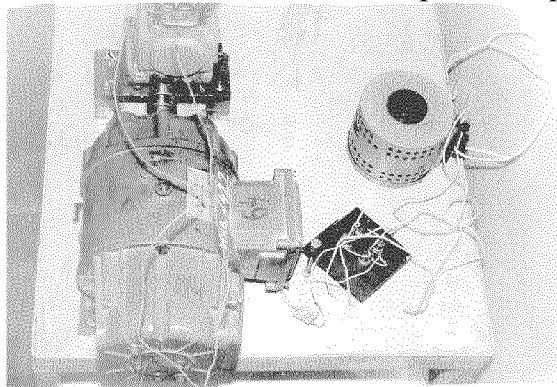


Рис.4. Привод экспериментального стенда.

Внешний вид систем электроподогрева и привода экспериментального стенда показан на рис.3 и 4.

Система подпитки экспериментального объема служит, как это указано выше, для поддержания фиксированных уровней давления

рабочего тела и состоит из кислородного баллона высокого давления, газового редуктора и соединительных трубопроводов. Система заправляется сжатым воздухом. Уровень давления в экспериментальном объеме грубо контролируется штатным манометром газового редуктора, точно - образцовым манометром, снятым с пульта управления индикатора МАИ-2.

Принципиальная схема экспериментальной установки приведена на рис.5. Все системы экспериментальной установки работают достаточно надежно. Это позволит проводить испытания нагревательных элементов двигателей с внешним подводом теплоты разных форм и конструкций, выдерживая требуемые значения режимных параметров, и выполнять некоторые контрольные замеры.

Вывод. Разработанная экспериментальная установка (рис. 2-5) пригодна для исследования процессов теплообмена в модели оребренной нагревательной части двигателя с внешним подводом теплоты.

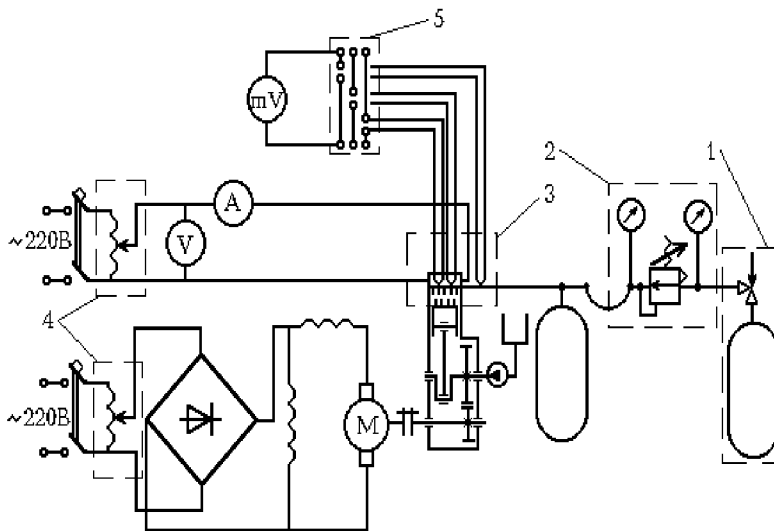


Рис. 5. Принципиальная схема экспериментального стенда:
1 – баллон сжатого воздуха с вентилем; 2 – газовый редуктор;
3 – нагреватель с термопарами; 4 – ЛАТР-1М; 5 – трехпозиционный переключатель измерительных преобразователей температуры.

Литература

1. Зуев А.А. Анализ известных методик расчета рабочего цикла ДВПТ / А.А. Зуев, В.Ф. Ялчак // Праці ТДАТА. - Мелітополь, 1999. – Вип. 2, т. 11.– С. 22–25.
2. Иванченко Н.Н. Нестационарный теплообмен в нагревателях двигателей с внешним подводом теплоты / Н.Н. Иванченко [и др.] // Двигателестроение. – 1982. – № 5. – С.– 1821.

3. *Стефановский Б.С.* Локальные граничные условия теплового нагружения и охлаждения теплонапряженных деталей быстроходных поршневых двигателей : Дисс. ... докт. техн. наук. – М., 1985. – 312 с.

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ПРОЦЕСІВ ТЕПЛООБМІНУ У НАГРІВАЧІ ДВИГУНІВ З
ЗОВНІШНІМ ПІДВЕДЕННЯМ ТЕПЛОТИ**

Зуєв О.О, Стефановський О.Б.

Анотація – у статті розглянуто конструкцію експериментальної установки для дослідження процесів теплообміну в нагрівачах двигунів із зовнішнім підводом теплоти.

**EXPERIMENTAL INSTALLATION FOR RESEARCH OF
HEAT TRANSFER PROCESSES IN HEATERS OF ENGINES
WITH
THE EXTERNAL HEAT SUPPLY**

O. Zuev, O. Stefanovsky

Summary

The design of the experimental installation for research of heat transfer processes in heaters of engines with the external heat supply is considered in the paper.