

УДК 621.41.01

**РЕГУЛИРОВАНИЕ МОЩНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО
ПНЕВМОДВИГАТЕЛЯ**
POWER REGULATION OF AUTOMOBILE PNEUMATIC ENGINE

А.И. Воронков, д-р техн. наук, проф., **И.Н. Никитченко**, канд. техн. наук, доц., **Э.В. Тесленко**, инж., **А.А. Назаров**, асп.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
г. Харьков, Украина

O. Voronkov, Doctor of technical Sciences, Professor,
I. Nikitchenko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
E. Teslenko, Engineer, A. Nazarov, Postgraduate,
Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv,
Ukraine

Проведено расчетное исследование по согласованию параметров пневматического двигателя и ДВС при их совместной работе в составе комбинированной энергетической установки.

A computational study of the air engine and ICE parameters during their joint operation as part of a combined power plant was conducted.

Ключевые слова: комбинированная энергоустановка, пневмодвигатель, рабочий процесс, крутящий момент.

Key words: combined power plant, air engine, workflow, torque.

ВВЕДЕНИЕ

Для современного городского автомобильного транспорта становится актуальным применение экологически чистых, в том числе комбинированных, энергетических установок (КЭУ) [1], при использовании которых на некоторых режимах эксплуатации автомобиля возможно кратковременно отказаться от работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС) заменив его альтернативным, находящемся в составе КЭУ.

Пневматические двигатели (ПД) при использовании в составе КЭУ имеют ряд преимуществ по сравнению с электрическими (простота и безопасность конструкции, меньший вес оборудования при применении современных материалов, работа в условиях врыво- и пожароопасности, отсутствие вредного электромагнитного излучения, нет необходимости в утилизации аккумуляторов и др) [2].

Комбинированная энергетическая установка с применением ПД и ДВС предусматривает различные компоновочные схемы размещения агрегатов. При использовании КЭУ на автотранспорте предпочтительнее выглядит совмещенная схема, при которой ПД и ДВС размещены в одном корпусе, но работают поочередно за счет изменения работы систем впуска, зажигания (при наличии) и питания. При такой схеме для подогрева сжатого воздуха и поддержания теплового баланса используется теплота, выделившаяся в результате работы ДВС. Теплота может быть использована от нагретых деталей ДВС, систем охлаждения и масляной, выхлопных газов, тепловых аккумуляторов.

СОВМЕСТНАЯ РАБОТА ПД И ДВС

При работе энергетической установки можно выделить два режима работы. Первый – режим работы ПД при частоте вращения $0 - 800 \text{ мин}^{-1}$; второй – режим работы ДВС при достижении частоты вращения вала 800 мин^{-1} и более. Работа автомобильной КЭУ на первом режиме целесообразна при движении в заторах, присущих городскому движению; в подземных паркингах; в местах с повышенной пожароопасностью и др.

Реализовать переключение режимов возможно, за счет применения электрогидравлического привода клапанов, получая возможность изменять и тактность. Для плавного перехода с одного режима на другой необходимо согласовать кривые мощности и крутящего момента ПД и ДВС без «ступеньки» (рис. 1).

Поршневой ПД имеет две возможности для регулирования мощности и крутящего момента. Первый способ – регулирование за счет давления подаваемого в цилиндр воздуха, второй – за счет изменения продолжительности процесса наполнения (от момента полного расширения до момента полного наполнения, рис. 2). Результаты предварительного исследования представлены ниже.

На рис. 3 а,б приведены результаты расчетных исследований ПД. С повышением давления от 0,5 до 1,1 МПа при оборотах коленчатого вала 800 мин^{-1} (холостой ход ДВС) мощность возрастает до 6 кВт, а крутящий момент пневмодвигателя до $M_{кр} = 70 \text{ Н} \cdot \text{м}$ (рис. 3 а).

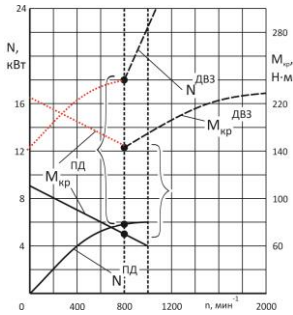


Рисунок 1 – Скоростные характеристики КСУ

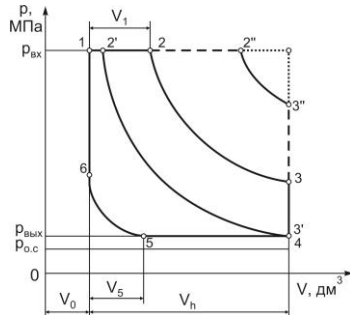
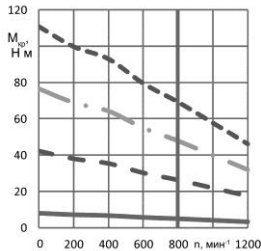
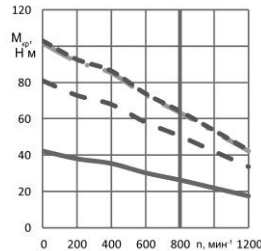


Рисунок 2 – Индикаторная диаграмма ПД



а)



б)

Рисунок 3. – Изменение крутящего момента ПД КЭУ на базе ДВС 4Ч 9,2/9,2 ($p_{\text{вых}}=0,5-1,1$ МПа, $\varphi = 60-180$ град. п.к.в.)

В зависимости от продолжительности процесса наполнения мощность ПД N_e с увеличением угла с 60 до 180 град. п.к.в. при оборотах коленчатого вала 800 мин^{-1} составляет $5,5 \text{ кВт}$., а крутящий момент $M_{\text{кр}} = 65 \text{ Н}\cdot\text{м}$ (рис. 3 б).

Во время работы ПД в составе комбинированной энергетической установки без подогрева сжатого воздуха расход топлива и токсичность отработавших газов равны нулю.

Достоверность построенных моделей подтверждается проведением сравнительного анализа расчетных и экспериментальных данных, которые согласовывались с результатами исследований других авторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статическая модель ПД позволяет определить величины давления сжатого воздуха на впуске и фазы газораспределения для согласования кривых мощности и крутящего момента при переходе КЭУ между режимами работы ПД и ДВС. Графическая интерпретация результатов показала, что с увеличением продолжительности впуска сжатого воздуха более чем 135 град. п.к.в. изменение мощности и крутящего момента не наблюдается.

Для согласования показателей работы ПД и ДВС необходимо применять редуктор с плавным регулированием давления сжатого воздуха и управляемых электрогидравлических клапанов для изменения угла начала и продолжительности впуска сжатого воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туренко, А.Н. О выборе параметров поршневого пневмодвигателя, работающего в составе гибридной энергоустановки автомобиля [Текст] / А.Н. Туренко, В.А. Богомолов, Ф.И. Абрамчук [и др.] // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. ХНАДУ. – 2008. – Вып. 22. – С. 7–16. – ISSN 2219-8342.

2. Воронков, А.И. Концепция создания пневматического двигателя для автомобиля [Текст]: монография / А.И. Воронков, Д.Б. Глушкова, А.В. Гнатов, В.А. Карпенко и др. – Харьков: ХНАДУ, 2019. – 256 с. – Библиогр.: с. 230-251. – 300 экз.

Представлено 16.05.2020