

УДК 62-83

Математическая модель механической части двигателя внутреннего сгорания

Н.М. Максимов*, О.Ю. Корнякова, И.Н. Головань

Южно-уральский государственный университет, проспект Ленина, 76,
Челябинск, 454080 Россия

*E-mail: maksimov.nik275@gmail.com

Аннотация. С каждым разом требования к электрооборудованию транспортного средства растут. В связи с этим необходимо модернизировать программы по моделированию и тестированию электрооборудования. Для этого были рассмотрены блоки как коленчатый вал, кривошипно-шатунный механизм и блок цилиндров, в котором формируется основная механическая нагрузка на вал. Создана математическая модель двигателя внутреннего сгорания в программной среде SimInTech. Получены и обработаны переходные процессы работы блоков ДВС.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, кривошипно-шатунный механизм, блок цилиндров, математическая модель, SimInTech, математическая модель

Mathematical model of the mechanical part of an internal combustion engine

N.M. Maksimov*, O.Y. Kornyakova, I.N. Golovan

South Ural State University, 76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russia

*E-mail: maksimov.nik275@gmail.com

Abstract. Each time, the requirements for the electrical equipment of the vehicle are growing. In this regard, it is necessary to modernize the programs for modeling and testing electrical equipment. For this, blocks were considered as a crankshaft, a crank mechanism and a cylinder block, in which the main mechanical load on the shaft is formed. A mathematical model of an internal combustion engine has been created in the SimInTech software environment. Transient processes of operation of ICE units are received and processed.

Keywords: internal combustion engine, crank mechanism, cylinder block, mathematical model, SimInTech, mathematical model

1. Введение

Специалисты по проектированию силового электрооборудования транспортных средств часто сталкиваются с механическими расчетами, которые включают в себя определение необходимого момента прокрутки коленчатого вала ДВС. Таким образом, актуальным является вопрос синтеза математической модели механической части теплового двигателя, что позволит существенно сократить время расчетов и упростить сам процесс проектирования.

2. Постановка задачи

Математическое описание движущихся частей и принцип формирования момента сопротивления прокручиванию в двигателях внутреннего сгорания подробно описаны в литературе [1]. Следовательно, в данной работе удобно использовать готовые модели движущихся механизмов, описанные в литературе [2]. Здесь они представлены в виде блоков, которые содержат: механический преобразователь (редуктор, коленчатый вал, кривошипно-шатунный механизм) и блок цилиндров, в котором формируется нагрузка на вал ДВС [3]. Момент сопротивления двигателя при прокручивании определялся по следующим зависимостям:

$$M_{сд} = M_T \pm M_{Г} \quad (1)$$

$$M_T = 390V_h \cdot a_T \left(1 + \frac{\delta^2}{8}\right) \sqrt{\vartheta n} \quad (2)$$

$$M_{Г} = 390V_h(\epsilon + 6\sqrt{\delta}) \quad (3)$$

где $M_{сд}$ – суммарный статический момент нагрузки двигателя; M_T – момент сил трения в кинематических парах; $M_{Г}$ – момент сопротивления газовых сил, обусловленный разностью работ сил сжатия и расширения; V_h – рабочий объем двигателя; a_T – конструкционный коэффициент; δ – коэффициент неравномерности вращения; ϑ – текущая вязкость масла; n – частота вращения вала в режиме установившегося прокручивания; ϵ – степень сжатия.

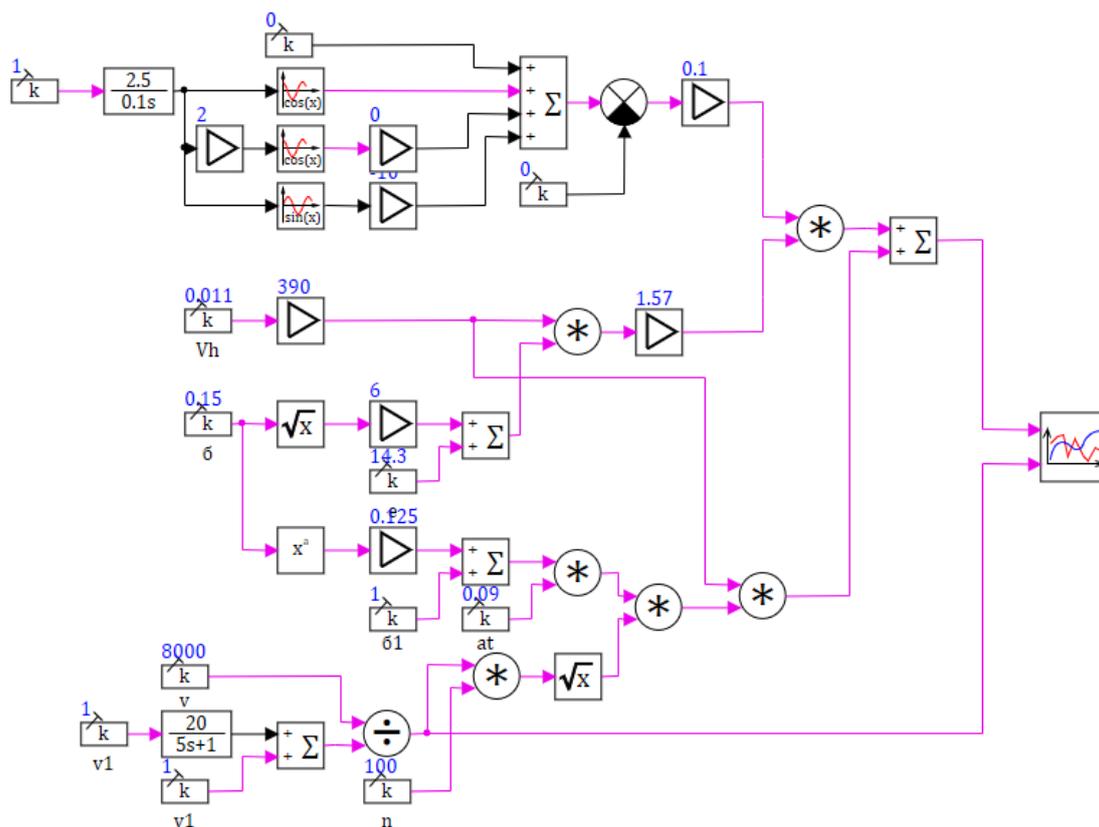


Рисунок 1. Математическая модель ДВС.

3. Методы исследования

Математическая модель механической части дизельного двигателя внутреннего сгорания представлена на рисунке 1. Она состоит из двух блоков: (I) коленчатого вала и кривошипно-шатунного механизма и блока цилиндров (II), в котором формируется основная механическая нагрузка на вал. В программе SimInTech [4] была создана математическая модель ДВС. Первый блок отражает процессы, происходящие при вращении коленчатого вала и кривошипно-шатунного механизма. Во втором блоке формируется нагрузочная диаграмма на основании полученных технических характеристик и рабочих режимов дизельного двигателя внутреннего сгорания. Переходные процессы работы выше перечисленных блоков представлены на рисунке 2.

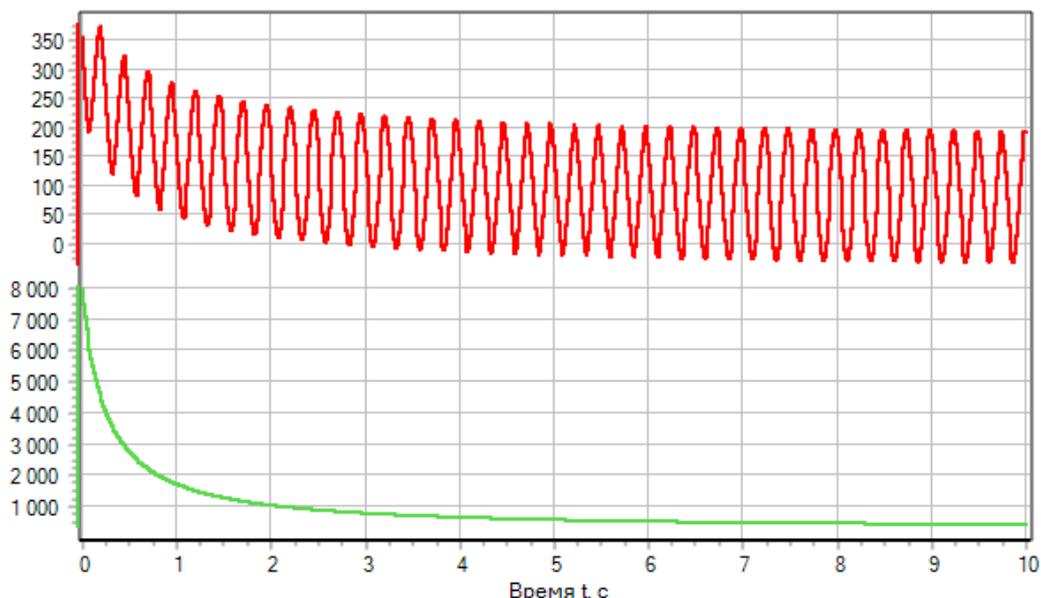


Рисунок 2. Переходные процессы работы ДВС.

4. Полученные результаты

Исходные данные (величины моментов сил трения и компрессии, вязкость моторного масла, рабочий объем двигателя) для расчета нагрузочных диаграмм дизельного двигателя внутреннего сгорания ЯМЗ-236 были получены из каталогов дизельных двигателей с полной технической документации, имеющейся в свободном доступе. Данный материал и полученные результаты рекомендуется использовать для проектирования электрического и электромеханического оборудования

Список литературы

1. Чижков, Ю.П. Электрооборудование автомобилей и тракторов: учебник / Ю.П. Чижков. – М.: Машиностроение, 2007. – 656 с.
2. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей: учебник для студентов вузов / В.Е. Ютт. – 3-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2000. – 320 с.
3. Квайт, С.М. Пусковые качества и система пуска автотракторных двигателей / С.М. Квайт, Я.А. Менделевич, Ю.П. Чижков. М.: Машиностроение, 1990. – 256 с.
4. SimInTech: Программа математического моделирования / разработчик ООО "ЗВ Сервис".