

УДК 629.43

БАЛАНСИРОВКА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА
ОДНОЦИЛИНДРОВОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ
CAD/CAM МОДЕЛИРОВАНИЯ
BALANCING THE CRANKSHAFT SINGLE CYLINDER DIESEL
ENGINE USING CAD/CAM TECHNOLOGY MODELINGS

В.А. Лодня, канд. техн. наук, доц., В.А. Стальмаков, маг.
Белорусский государственный университет транспорта,
г. Гомель, Республика Беларусь

V. Lodnya, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
V. Stalmakov, Graduate student,

Belarusian State University of Transport, Gomel, Republic of Belarus

Аннотация. Рассмотрен вопрос статической балансировки коленчатого вала одноцилиндрового дизельного двигателя на стадии проектирования с использованием современных технологий CAD/CAM моделирования. Произведено построение цифровых моделей деталей проектируемого кривошипно-шатунного механизма. Определены основные условия статической балансировки коленчатого вала и вычислены параметры балансировочного груза. По результатам статической балансировки обоснованы изменения параметров коленчатого вала с целью уменьшения вибраций и преждевременного износа коленчатого вала, минуя натурный эксперимент.

Abstract. The question of static balancing of the crankshaft of a single-cylinder diesel engine at the design stage using modern CAD/CAM modeling technologies is considered. The construction of digital models of parts of the designed crank mechanism. The basic conditions of static balancing of the crankshaft are determined and the parameters of the balancing load are calculated. Based on the results of static balancing, changes in the crankshaft parameters are justified in order to reduce vibrations and premature wear of the crankshaft, bypassing the full-scale experiment.

Ключевые слова: коленчатый вал, балансировка, CAD/CAM моделирование.

Keywords: crankshaft, balancing, CAD/CAM simulation.

ВВЕДЕНИЕ

Как показывает международный опыт, для статической балансировки коленчатых валов используется аппаратный способ, т.е. балансировка производится на станочном оборудовании опытным путем или с помощью специализированных стендов. В ходе опытов достигаются необходимые параметры и вносятся изменения в конструкцию коленчатого вала путем изменения массы его противовесов. Однако этот способ весьма неэффективен: он весьма трудоемок и при его использовании затрачивается большой человеческий и материальный ресурс.

БАЛАНСИРОВКА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ОДНОЦИЛИНДРОВОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Аналитический способ расчета потребной массы противовесов коленчатого вала одноцилиндрового двигателя внутреннего сгорания не всегда эффективен, ведь существующие методы позволяют лишь приближенно рассчитать массу противовесов, устанавливаемых на коленчатом валу [2]. Во время проектирования кривошипно-шатунного механизма неизбежно вносятся изменения в конструкцию ее элементов, что приводит к изменению параметров коленчатого вала. В последствии на основании расчетов изготавливается натурный образец, который балансируется аппаратным способом, что приводит к увеличенному времени проектирования, неоправданным материальным и трудовым затратам и как следствие к удорожанию выпускаемой продукции. Решением указанной проблемы может стать использование технологий CAD/CAM моделирования.

В одноцилиндровых двигателях неуравновешенных моментов нет [3]. Для уравнивания центробежной силы инерции вращающихся масс на продолжении коленчатого вала устанавливают два одинаковых противовеса. На практике различают статическую и динамическую балансировку кривошипно-шатунного механизма одноцилиндрового двигателя. Статическая балансировка проводится отдельно для коленчатого вала и отдельно для маховика. Динамическая балансировка производится уже в собранном виде. В данной статье будет рассмотрен метод статической балансировки с использованием со-временных технологий CAD/CAM моделирования.

Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

Решение задачи по статической балансировке коленчатого вала выполнялась в три этапа:

1. Построение цифровой 3D модели кривошипно-шатунного механизма;
2. Сбор и анализ необходимых параметров для расчета;
3. Проведение статической балансировки коленчатого вала.

На первом этапе создается цифровая 3D модель кривошипно-шатунного механизма.

На следующем этапе задается материал каждому элементу. На основании выбранного материала вычисляются массовые характеристики каждой детали. Важным моментом является определение массы балансировочного груза, которая была рассчитана по методу описанным Григорьевым [4] и составила 273,81 г.

На последнем этапе производится статическая балансировка с использованием программного пакета анализа движения SolidWorks Motion. Проверка статической уравновешенности производится в четырех положениях. Если хоть в одном из положений система уходит из равновесия, то необходимо изменить массу противовесов коленчатого вала. Для контроля статического уравновешивания в качестве контролируемого параметра была задана функция линейного перемещения щеки коленчатого вала от времени (рисунок 1).

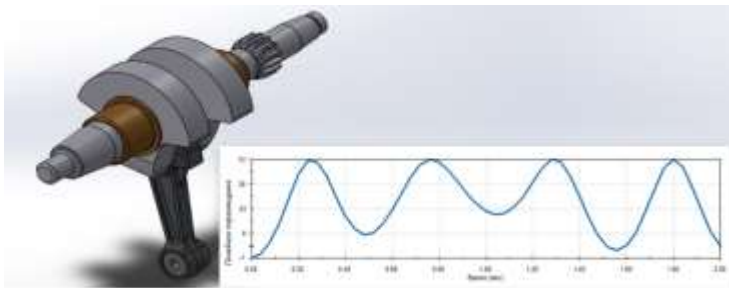


Рисунок 4 – Зависимость линейного перемещения щеки неуравновешенного коленчатого вала от времени

Анализируя график видно, что системы выходит из состояния равновесия. Получив результаты для остальных положений было предложено изменить массу противовесов путем добавления свинцовых вставок в противовесы. Изменяя их размер и количество удалось

Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

добиться статического равновесия коленчатого вала для всех исследуемых положений коленчатого вала. Коленчатый вал и график его угловой скорости от времени приведен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Зависимость угловой скорости от времени для уравновешенного коленчатого вала

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, благодаря технологиям CAD/CAM моделирования удалось произвести статическую балансировку проектируемого коленчатого вала одноцилиндрового двигателя, не прибегая к использованию натурального эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1 Грищенко, Б. А. Статический метод балансировки двигателей внутреннего сгорания [Текст] / Б. А. Грищенко, О. Л. Ерин, А. В. Иванов, К. А. Климов // Национальные приоритеты России. Сер. 1, Наука. Военная безопасность. – 2015. – С. 111 – 114.

2 Назаров А. Д. Повышение точности измерения дисбалансов и балансировки коленчатого вала и вала в сборе при ремонте двигателей [Текст] / А. Д. Назаров // Грузовик. – 2007. – С. 13 – 19.

3 Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей : учеб. пособие для вузов / А. И. Колчин, Д. П. Демидов. – М. : Высш. шк., 2008. – 496 с.

4 Григорьев И.М. Мотоцикл без секретов. ДОСААФ, 1973 год.

5 Алямовский, А. А. Инженерные расчеты в Solid Works Simulation / А. А. Алямовский. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 464 с.

Представлено 14.05.19