

Гамидов Г. С., д. т. н., профессор,
 Махмудов К. Д., к. т. н., профессор,
 Махин А. В., ст. преподаватель,
 Дагестанский государственный технический университет (г. Махачкала)

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ СО СЛОЖНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ АРХИТЕКТУРОЙ В ПОРШНЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Наряду с основными эксплуатационными требованиями, предъявляемыми к дизельным двигателям – экономичностью, надежностью, низкой материалоемкостью, крайне важным является высокий уровень безопасности отработанных продуктов сгорания (ОПС) для окружающей среды, т. е. уровень дымности, уровень содержания в ОПС окиси углерода (СО), окислов азота (NO₂), альдегидов (НСОН), сажи (С) [3]. Их содержание в ОПС определяется нормами предельно допустимых концентраций (ПДК).

Исследования, проведенные на базе дизелей ч8,5/11 и ч9,5/11 производства ОАО «Завод Дагдизель» с полуразделенной камерой сгорания (КС), показали, что они характеризуются достаточно низкими удельными расходами топлива, масла и хорошими пусковыми свойствами [1, 2]. Данная КС близка по форме к КС, расположенной в поршне дизельных двигателей, которая разработана Центральным научно-исследовательским дизельным институтом (ООО «ЦНИДИ»). Основными проблемами этих двигателей являются низкая стойкость распылителей форсунок к закоксованию и неполное соответствие требованиям ГОСТа по содержанию ПДК токсичных веществ в ОПС и уровню дымности. Одна из причин такого состояния – недостаточно качественное смесеобразование в цилиндре дизеля и, как следствие этого, неполное сгорание топлива [4, 5].

Выполненные рядом авторов исследования, например [1, 2, 4], показали, что целесообразно внести такие изменения в конструкции и форме КС, которые обеспечили бы одинаковые условия развития всех струй в топливном факеле. Это позволило бы улучшить

условия смесеобразования в цилиндре и привести параметры ОПС в соответствие с требованиями ГОСТа при повышении стойкости распылителя и сохранении высокой топливной экономичности. Для того, чтобы КС удовлетворяла этим требованиям, необходимо, чтобы она имела оптимальную по параметрам сгорания внутреннюю поверхность со сложной пространственной геометрией.

Получение такой внутренней поверхности является сложной конструкторско-технологической задачей. Нам представляется, что подобная задача должна быть решена следующим образом:

1. Первым шагом должно быть получение адекватной модели КС со сложной внутренней пространственной архитектурой – либо путем физического

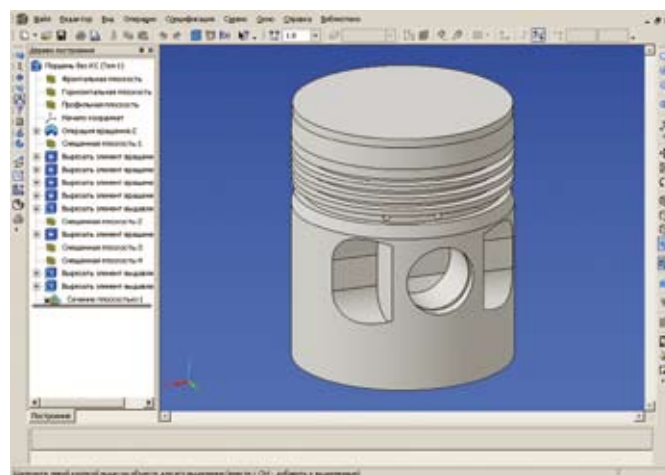


Рис. 1. Сформированная модель поршня в КОМПАС-3D V7

последующего моделирования, либо методами имитационного моделирования, например на основе сплайн-функций.

2. Второй шаг – это разработка компьютерной трехмерной модели КС, полученной на первом шаге физической (имитационной) модели КС. Для этого можно использовать известные CAD-системы, например, ProENGINEER, SolidWorks, КОМПАС, AutoCAD.

3. На основе полученной компьютерной трехмерной модели делается третий шаг – проектирование управляющей программы (УП) для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) по созданию КС

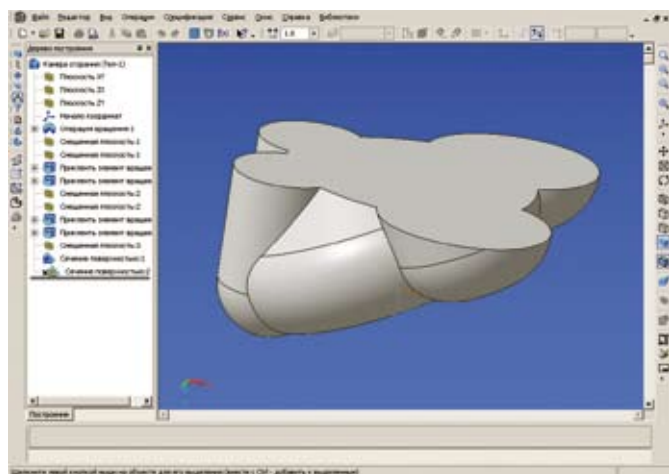


Рис. 2. Сформированная модель камеры сгорания «лепесткового» типа в КОМПАС-3D V7

в поршне, например, с помощью автоматизированной системы GeMMa-3D, которая удачно интегрируется с перечисленными выше CAD-системами.

Ниже излагаются результаты компьютерного проектирования КС со сложной внутренней геометрией «лепесткового» типа в поршне применительно к мало-размерному судовому дизелю ч9,5/11. Обоснование необходимых параметров для такой КС получены в [2].

Проектирование модели поршня с КС «лепесткового» типа осуществлялось в CAD-системе КОМПАС-3D V7 [6].

Алгоритм проектирования состоит из следующих этапов:

Этап 1. Сначала необходимо получить модель поршня без камеры сгорания. Имея в своём распоряжении такую модель, можно проектировать камеры сгорания любого типа, а также использовать эту модель для исследования массово-центровых характеристик поршня.

Чтобы получить трёхмерную модель поршня с камерой сгорания «лепесткового» типа, воспользуемся модулем КОМПАС-3D V7 для проектирования трёхмерных объектов:

- выбираем плоскость ZX;
- создаём эскиз образующей поршня с осью симметрии и сохраняем сформированный эскиз;

- методом вращения контура вокруг оси симметрии получаем трёхмерную модель поршня;

- строим дополнительную плоскость в оси 12 отверстия, и в этой плоскости формируем эскиз отверстия с осью симметрии; сохраняем эскиз;

- методом вычитания – вращением контура вокруг оси – вырезаем отверстие из тела поршня;

- формируем ось симметрии поршня в пространстве;

- копируем отверстие относительно оси 12 раз;

- строим в плоскости ZX контур центрального отверстия с выточками, и методом вычитания – вращением контура вокруг оси – вырезаем отверстие из тела поршня;

- в плоскости дна поршня строим эскиз внутренней полости, и методом вычитания – выдавливаем его из тела поршня на расстояние;

- строим дополнительную плоскость, в которой формируем эскиз «холодильника», и методом вычитания – выдавливанием – вырезаем его из тела поршня;

- копируем полость «холодильника» относительно оси поршня;

- записываем сформированную трёхмерную модель поршня в базу данных моделей (рис.1).

Этап 2. Приступаем к формированию модели камеры сгорания «лепесткового» типа. Для этого выполняем следующие процедуры:

- выбираем плоскость ZX и формируем в ней эскиз «тор+ конус», затем методом вращения контура вокруг оси симметрии получаем основную часть тела камеры;

- строим дополнительную плоскость, в которой формируем эскиз «цилиндр+тор», и методом сложения – вращением вокруг оси – соединяем с основной частью тела;

- копируем тело «цилиндр+ тор» методом зеркального переноса;

- строим дополнительную плоскость, в которой формируем эскиз «цилиндр+сфера», и методом

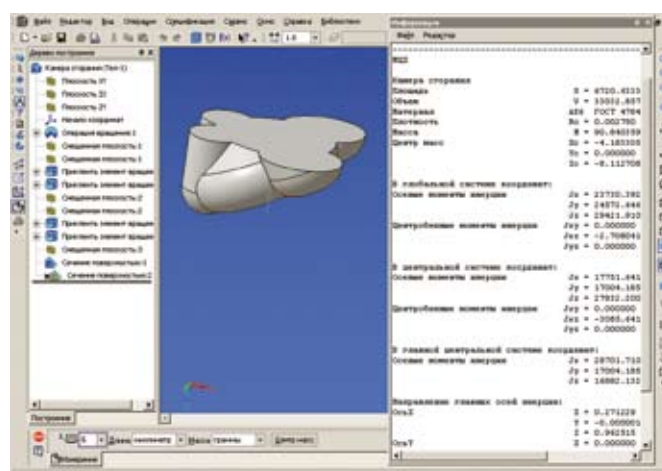


Рис. 3. Расчет массово-центровых характеристик КС «лепесткового» типа в КОМПАС-3D V7

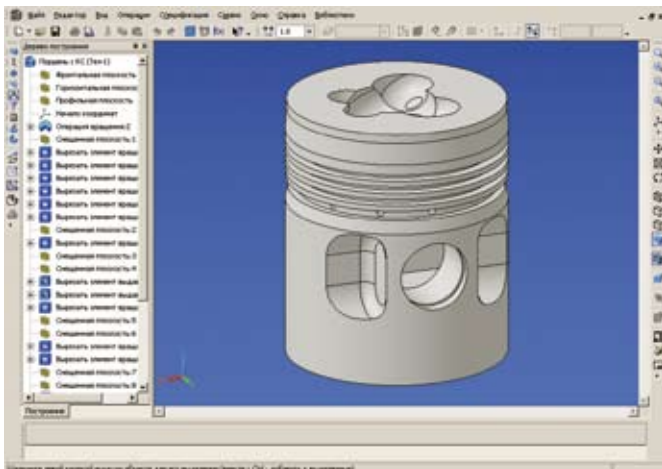


Рис. 4. Сформированная модель поршня с КС «лепесткового» типа в КОМПАС-3D V7

сложения – вращением вокруг оси – соединяем с основной частью тела;

- копируем тело «цилиндр+ сфера» методом зеркального переноса;
- строим дополнительную плоскость и отсекаем верхнюю часть тела камеры сгорания на расстоянии;
- записываем сформированную модель камеры сгорания «лепесткового» типа в базу данных моделей (рис. 2).

Сформированная в КОМПАС-3D V7 модель КС удобна тем, что без дополнительных сложных математических вычислений можно определить массово-центровые характеристики (МЦХ) – такие, как площадь поверхности, объем, масса, координаты центра масс, осевые и центробежные моменты инерции (рис. 3).

Этап 3. Для проектирования модели поршня с камерой сгорания воспользуемся записанными в базу данных моделями поршня и камеры сгорания «лепесткового» типа:

- вызываем модель поршня из базы данных;
- вызываем модель камеры сгорания «лепесткового» типа;

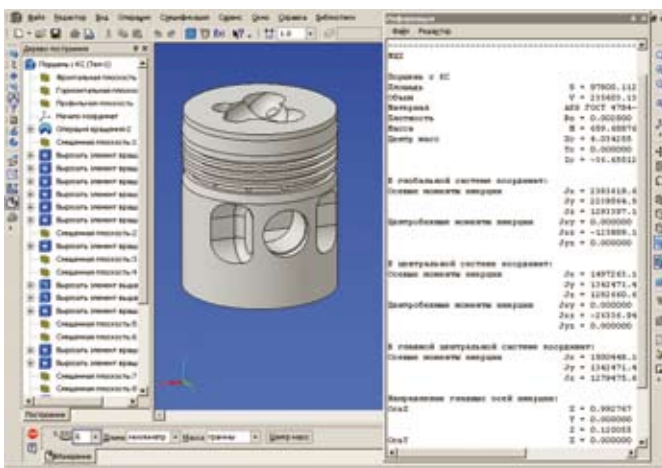


Рис. 5. Расчет массово-центровых характеристик поршня с КС «лепесткового» типа в КОМПАС-3D V7.

– копируем эскизы из модели КС в модель поршня и вырезаем их из тела поршня;

– записываем сформированную модель в базу данных (рис. 4).

Так же, как для КС «лепесткового» типа для поршня производим расчет МЦХ (рис. 5).

Этап 4. Для формирования конструкторской документации на поршень с КС «лепесткового» типа воспользуемся модулем КОМПАС-ГРАФИК. Здесь нам помогут трехмерные модели, сформированные ранее. Методом переноса проекций с модели на чертёж получаем контуры, необходимые для формирования чертежа. Далее оформляем чертежи в соответствии с требованиями ЕСКД.

Заключение

Применение компьютерного проектирования деталей со сложной пространственной архитектурой значительно повышает эффективность работы конструкторских, исследовательских и технологических подразделений предприятия. Сформирована трехмерная модель камеры сгорания «лепесткового» типа в поршне судового малоразмерного дизеля. Она может быть использована в интегрированной системе компьютерного проектирования и изготовления судовых двигателей внутреннего сгорания. В частности, сформированная трехмерная модель может быть использована при проектировании управляющих программ для станков с числовым программным управлением по обработке сложных поверхностей с помощью таких систем, как GeMM 3D.

Литература

1. Дорохов А. Ф., Джабраилов А. Д. Разработка и исследование параметров камеры сгорания в поршне сложной пространственной формы // Сб. науч. тр. - СПб.: Институт проблем машиноведения РАН, 1998. - 96 с.
2. Дорохов А. Ф. Разработка методологии, принципов проектирования и модернизации производства судовых малоразмерных дизелей // Автореф. дис. д-ра техн. наук. СПб.: СПбГУВК, 1998.
3. Дизели. Справочник. Изд. 3-е / под общ. ред. В. А. Ваншейдта, Н. Н. Иванченко и др. - Л.: Машиностроение, 1977. - 480 с.
4. Иванченко Н. Н., Семёнов Б. Н., Соколов В. С. Рабочий процесс дизеля с камерой сгорания в поршне. - Л.: Машиностроение, 1972. - 265 с.
5. Завлин М. Я. Современное состояние и задачи дальнейших исследований смесеобразования в дизеле // Двигателестроение. - 1991. - № 5. - С. 52–56.
6. КОМПАС График для Windows. Руководство пользователя в 3-х частях. - СПб.: Аскон, 1999. - Ч. 1. - 406 с.