

Заключение. Разработан технический проект технологической линии убоя и разделки свиней 180 голов в час. Произведен сырьевой расчет, а также определены технические характеристики технологической линии.

Данная разработка представляет интерес как для мясоперерабатывающей отрасли РФ, так и для стран СНГ, так как поголовье свиней растет и требуется увеличение производственных мощностей. Результаты настоящей работы являются основанием для разработки рабочей документации для серийного производства линии, а также для разработки технологического оборудования, входящего в состав линии.

Список цитированных источников

1. Ляшук, Н.У. Классификация мясожировых производств по мощности и технологических линий убоя и разделки скота по производительности / Н.У. Ляшук, Ю.В. Сакович // Мясная индустрия. – 2019. – №3. – Москва, 2019. – С. 40-44.

2. Мясожировое производство: убой животных, обработка туш и побочного сырья / Под ред. А.Б. Лисицына. – М.: ВНИИ мясной промышленности, 2007.

3. Оборудование для мясной и птицеперерабатывающей промышленности. Отраслевой каталог. ЦНИИТЭИлегпищемаш. – Москва, 1986.

УДК 629.3

Качан В. А., Карпинчик А. В.

Научные руководители: ст. преподаватель Омесь Д. В., старший преподаватель Морозова В. А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В СРЕДЕ AUTODESK INVENTOR

Введение. В настоящее время в качестве источника механической энергии в различных отраслях народного хозяйства и в технике используются двигатели самых разных типов и схем. Среди всего многообразия двигателей незаменимых не существует. Но наибольшее и, можно сказать, господствующее распространение получили поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС). В настоящее время двигатель внутреннего сгорания является основным видом автомобильного двигателя. О широкой распространенности ДВС свидетельствует и тот факт, что суммарная установленная мощность двигателей внутреннего сгорания в пять раз превосходит мощность всех стационарных электростанций мира.

Современные системы автоматизированного проектирования позволяют не только строить трехмерные модели и плоские чертежи, но и решать задачи инженерного проектирования, выполнять расчеты, симуляции, создавать анимации и визуализировать объекты. Трехмерное моделирование узлов и механизмов машин позволяет оценить приемлемость конструкции, исследовать взаимодействие деталей, выявить ошибки проектирования до запуска изделия в производство.

Цель и задачи. Целью настоящей научно-исследовательской работы является изучение возможностей трехмерного моделирования при проектировании и исследовании принципа работы двигателя внутреннего сгорания, проведении поиска оптимальной конструкции с помощью инженерных расчетов. Была поставлена задача создать полноразмерную твердотельную модель двигателя внутреннего сгорания, выполнить симуляцию его работы и исследовать принципы работы ДВС.

Объект исследования. В качестве объекта исследования был выбран v-образный 6-цилиндровый двигатель внутреннего сгорания, как широко распространенный в современном автомобилестроении.

Основная часть. В настоящее время ДВС является основным видом автомобильного двигателя. Двигателем внутреннего сгорания называется тепловая машина, преобразующая химическую энергию топлива в механическую работу [1].

Различают следующие основные типы двигателей внутреннего сгорания: поршневой, роторно-поршневой и газотурбинный. Из представленных типов двигателей самым распространенным является поршневой ДВС, поэтому устройство и принцип работы рассмотрены на его примере.

В зависимости от вида применяемого топлива различают бензиновые и дизельные двигатели. Альтернативными видами топлива, используемыми в двигателях внутреннего сгорания, являются природный газ, спиртовые топлива – метанол и этанол, водород.

Водородный двигатель с точки зрения экологии является перспективным, т. к. не создает вредных выбросов. Наряду с ДВС водород используется для создания электрической энергии в топливных элементах автомобилей.



Рисунок 1

Поршневой двигатель внутреннего сгорания включает корпус, два механизма – кривошипно-шатунный (КШМ) и газораспределительный (МГР), и ряд систем – впускную, топливную, зажигания, смазки, охлаждения, выпускную и систему управления.

Корпус двигателя объединяет блок цилиндров и головку блока цилиндров. Кривошипно-шатунный механизм преобразует возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Газораспределительный механизм

обеспечивает своевременную подачу в цилиндры воздуха или топливно-воздушной смеси и выпуск отработавших газов.

Впускная система предназначена для подачи в двигатель воздуха. Топливная система питает двигатель топливом. Совместная работа данных систем обеспечивает образование топливно-воздушной смеси. Основу топливной системы составляет система впрыска.

Система зажигания осуществляет принудительное воспламенение топливно-воздушной смеси в бензиновых двигателях. В дизельных двигателях происходит самовоспламенение смеси.

Система смазки выполняет функцию снижения трения между сопряженными деталями двигателя. Охлаждение деталей двигателя, нагреваемых в результате работы, обеспечивает система охлаждения. Важные функции отвода отработавших газов от цилиндров двигателя, снижения их шума и токсичности предписаны выпускной системе.

Система управления двигателем обеспечивает электронное управление работой систем двигателя внутреннего сгорания.

Принцип работы ДВС основан на эффекте теплового расширения газов, возникающего при сгорании топливно-воздушной смеси, и обеспечивающего перемещение поршня в цилиндре. Работа поршневого ДВС осуществляется циклически. Каждый рабочий цикл происходит за два оборота коленчатого вала и включает четыре такта (четырёхтактный двигатель): впуск, сжатие, рабочий ход и выпуск.

Во время тактов впуск и рабочий ход происходит движение поршня вниз, а тактов сжатие и выпуск – вверх. Рабочие циклы в каждом из цилиндров двигателя не совпадают по фазе, чем достигается равномерность работы ДВС. В некоторых конструкциях двигателей внутреннего сгорания рабочий цикл реализуется за два такта – сжатие и рабочий ход (двухтактный двигатель).

На такте впуск впускная и топливная системы обеспечивают образование топливно-воздушной смеси. В зависимости от конструкции смесь образуется во впускном коллекторе (центральный и распределенный впрыск бензиновых двигателей) или непосредственно в камере сгорания (непосредственный впрыск бензиновых двигателей, впрыск дизельных двигателей). При открытии впускных клапанов газораспределительного механизма воздух или топливно-воздушная смесь за счет разрежения, возникающего при движении поршня вниз, подается в камеру сгорания.

На такте сжатия впускные клапаны закрываются, и топливно-воздушная смесь сжимается в цилиндрах двигателя.

Такт рабочий ход сопровождается воспламенением топливно-воздушной смеси (принудительное или самовоспламенение). В результате возгорания образуется большое количество газов, которые давят на поршень и заставляют его двигаться вниз. Движение поршня через кривошипно-шатунный механизм преобразуется во вращательное движение коленчатого вала, которое затем используется для движения автомобиля.

При такте выпуск открываются выпускные клапаны газораспределительного механизма, и отработавшие газы удаляются из цилиндров в выпускную систему, где производится их очистка, охлаждение и снижение шума. Далее газы поступают в атмосферу.

Рассмотренный принцип работы двигателя внутреннего сгорания позволяет понять, почему ДВС имеет небольшой коэффициент полезного действия – порядка 40%. В конкретный момент времени, как правило, только в одном цилиндре совершается полезная работа, в остальных – обеспечивающие такты: впуск, сжатие, выпуск.

Сегодня в связи с развитием систем твердотельного моделирования появилась возможность упрощения процессов проектирования как двигателя целиком, так и его отдельных компонентов. Кроме того, при использовании встроенных операций в комплексах твердотельного моделирования возможно получение информации, которая до этого находилась путем сложных расчетов, занимавших много времени. Например, в системе Autodesk Inventor можно определить следующие параметры: площадь поверхности, объем, массу, положение центра масс относительно выбранной системы координат, а также моменты инерции относительно осей заданной системы координат [2]. Указанная информация является весьма ценной для качественного проектирования ДВС, а трудоемкость ее получения при ручном проектировании или при работе в системах 2D-проектирования несопоставимо выше. Кроме того, определение необходимых характеристик в системах плоского моделирования весьма сложно автоматизировать.

Система Autodesk Inventor содержит обширный набор функций для решения поставленных задач. В частности, возможность вставки как 2D-, так и 3D-фрагментов позволяет создавать модели двигателей нужной компоновки, будь то линейная или V-образная. При решении поставленной задачи данная возможность очень важна. Можно создавать двумерные чертежи и трехмерные модели отдельных деталей механизмов, а потом формировать ДВС нужной компоновки. Если потребуется заменить, например, поршень, то благодаря поддержке системой механизма функциональных замен вся задача сведется лишь к изменению названия файла фрагмента. При этом все взаимосвязи между элементами сборки сохраняются.

При моделировании отдельных деталей и узлов необходимо было достичь максимальной детализации (рисунок 2).

На основе полученных моделей деталей были созданы сборки первого уровня отдельных узлов в механизмах двигателя: поршневой группы и группы шатуна в КШМ, клапанные узлы, привод распределительного вала. На следующем этапе моделирования создавались сборки отдельных механизмов. Эти элементы называются сборками второго уровня, так как в их составе, помимо обычных фрагментов, присутствуют и сборки первого уровня. Самый сложный этап всей операции моделирования – создание сборки механизмов КШМ и МГР вместе с приводом распределительного вала, в плане обеспечения такого взаимного положения всех смоделированных элементов, чтобы они соответствовали реальной картине при движении механизмов.

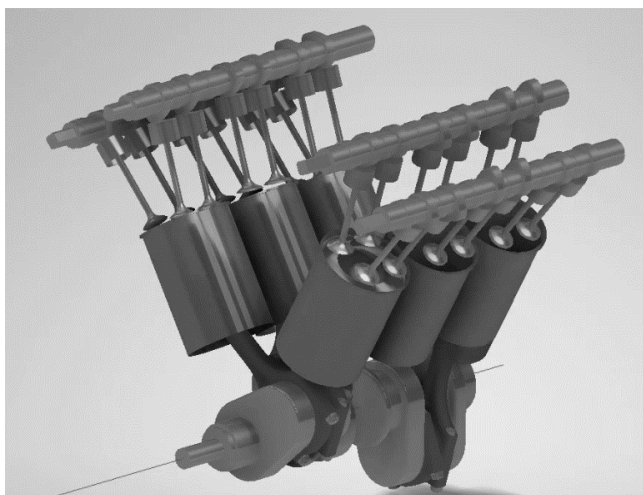


Рисунок 2

Параллельно с созданием трехмерных моделей указанных механизмов проводилась их анимация. В КШМ задавалась переменная, задающая угол поворота коленчатого вала. Анимация МГР имела некоторые отличия: за основу был выбран поворот распределительного вала, задавались законы движения клапанов и фазовый сдвиг, соответствующий порядку работы цилиндров двигателя. При создании анимации сборки КШМ, МГР и привод МГР основной переменной являлся угол поворота коленчатого вала, к которому привязывались переменные соответствующих фрагментов. Кроме того, проверялась правильность установки фаз газораспределения.

В практике конструирования ДВС часто возникает необходимость оптимизации конструкции, оценки напряжений и определения ресурса двигателя и его узлов [3]. Эксперименты с прототипами – длительный и весьма дорогостоящий процесс, альтернативой которому служит внедрение в практику конструирования средств компьютерного твердотельного моделирования. Эти задачи можно успешно решать, используя модуль прочностного расчета в среде Autodesk Inventor. Ни более целесообразным является применение интегрированных программных средств, позволяющих производить моделирование и расчеты в полностью автоматизированном режиме с высокой степенью визуализации процесса проектирования.

Геометрические объекты – детали и сборки, наполняются физическим смыслом, т. е. определяются нагрузки, крепления и производится вычисление напряжений в рамках теории вязко-упругих систем методом конечных элементов. Высокая скорость вычислений достигается за счет применения технологии FFE (метод «быстрых» конечных элементов) и возможности оперативного моделирования технически сложных объектов. Метод математического моделирования процессов в конструируемом механизме параллельно с проектированием позволяет предсказать его работу и характеристики с высокой степенью адекватности без построения реальных прототипов.

Проектирование происходило в несколько стадий: создавались трехмерные модели деталей механизмов ДВС, оценивалась технологичность производства деталей, оптимизация по массе и ее распределению по деталям механизмов ДВС с целью уравнивания сил инерции вращающихся масс, прочностный расчет конструкций механически нагруженных деталей.

Заключение.

В результате проделанной работы спроектированы и соединены зависимостями элементы модели ДВС автомобиля, обеспечивающие требуемое движение звеньев, чтобы имитировать работу двигателя. Для полноразмерной твердотельной модели создан сценарий анимации, симулирующий рабочий цикл двигателя.

Предложенный подход к проектированию и анализу ДВС существенно повысил точность и визуализацию процесса проектирования. При выполнении поставленных задач значительно расширены и углублены знания в работе с трехмерными моделями, исследованы возможности, предоставляемые современными САПР. Полученные навыки можно использовать для подготовки презентаций проектируемых узлов и изделий машиностроения при обучении в вузе, а также на производстве. Кроме визуализации созданного проекта, можно производить расчет геометрических и физических свойств модели, проводить инженерные расчеты.

Список цитированных источников

1. Шароглазов, Б. А. Двигатели внутреннего сгорания : теория, моделирование и расчёт процессов : Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б. А. Шароглазов, М. Ф. Фарафонов, В. В. Клементьев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 403 с.
2. Том Трембли. Autodesk Inventor 2013 и Inventor LT 2013. Официальный учебный курс / пер. с англ. Л. Талхин. – М: «ДМК Пресс», 2013. – 344 с.
3. Мальдонадо, Вальехо П.Р. Реализация процесса проектирования кривошипно-шатунного механизма ДВС в системе Autodesk Inventor // Вестник РУДН, серия «Инженерные исследования». – 2008. – № 2. – С. 85-89.

УДК 539.3

Кондратюк В. О., Старикевич М. О.

**Научные руководители: к.т.н., доцент Хвусевич В. М.,
к.ф.-м.н., доцент Веремейчик А. И.**

РАЗРАБОТКА ОСНОВ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ЗАКАЛКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛИ МАШИНЫ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Известно, что долговечность и износостойкость поверхностного слоя изделий в основном зависят от характера распределения микротвердости по глубине слоя в пределах допуска на износ [1]. Например, при абразивном меха-