

Группа 2505-240502D
Студент ФИО
Преподаватель Гвоздев А.С.

К работе допущен
Работа выполнена
Отчёт принят

Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе

Создание упрощенной модели кривошипно-шатунного механизма и задание его движения

Цель работы: На основании знаний, полученных в лабораторной работе №1 по работе с MSC.ADAMS/View, создать упрощенную модель кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания, показанного на рисунке 1.

Задачи, решаемые при выполнении работы:

- Применить пакет ADAMS для расчета кинематики ДВС и других механизмов в 3D-постановке;

- Ознакомиться с особенностями булевых операций в среде ADAMS/View.

Объекты исследования:

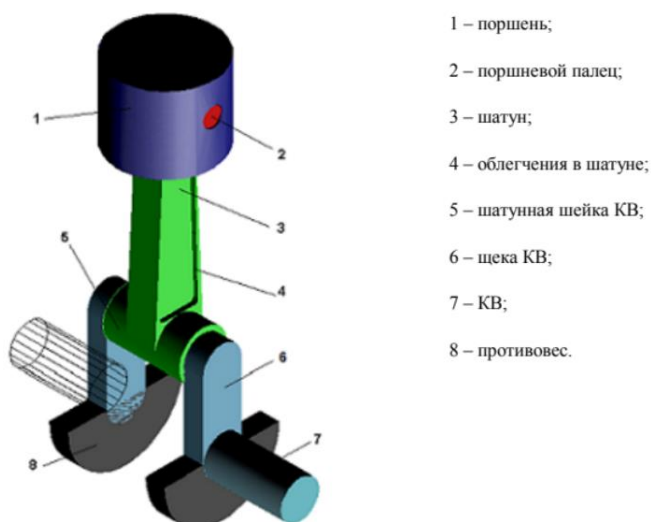


Рисунок 1 – Схема КШМ

Исходные данные:

Величина	Параметр	Значение	Размерность
Длина шатунной шейки	L	80	мм
Радиус шатунной шейки	R	21	мм
Ширина щеки КВ (Width)	W	55	мм
Длина щеки КВ (Length)	Q	80	мм
Высота щеки КВ (Depth)	E	21	мм
Диаметр поршня	D	111	мм
Высота поршня	H	78	мм
Толщина стенки поршня	δ	12,5	мм
Диаметр поршневого пальца	Dp	22,5	мм
Высота поршневого пальца	Hp	111	мм
Толщина стержня шатуна	Bs	30	мм
Радиус скруглений стержня шатуна	Rs	0.1	мм
Длина шатуна	Ls	300	мм
Толщина элемента облегчения	P	11	мм
Радиус скругления облегчения	O	5	мм
Крутящий момент	M	5000	Н*мм

Содержание работы:

1. Создание в упрощенном виде кривошипно-шатунного механизма (КШМ), поршня и опорного участка коленчатого вала (КВ) двигателя внутреннего сгорания.

Необходимо создать шатунную шейку КВ с помощью цилиндра заданной длины $L=80$ мм, $R=21$ мм, после чего сместить его так, чтобы центр масс совпал с ЦСК.

С помощью Стержня создается шейка КВ. После правильного позиционирования шейки в ЦСК и задания ей необходимых параметров очень кстати будет переместить щеку к краю шатунной шейки таким образом, чтобы шейка немного (примерно на 1 мм) заходила в щеку, т.е. детали перекрывали друг друга. Это позволит облегчить дальнейшую работу с булевыми операциями. Применяется операция копирования, после чего созданная копия щеки КВ перемещается на другой конец шатунной шейки. Использование булевых операций позволит объединить составные части в КВ.

Для соединения КВ с землей создаются вращательные шарниры JR и задается для каждого по отдельности необходимая ориентация

Создание поршня

Созданный цилиндр с нижней точкой в ЦСК и заданными диаметром $D=111$ мм

и высотой $H=78$ мм будет служить заготовкой для поршня.

Аналогичным образом создается вспомогательный цилиндр, меньшего диаметра $(111-12,5*2)=86$ мм и большей высоты, чем основной цилиндр, после чего, корректно соориентировав его относительно самого поршня, производится операция вырезания.

Создание поршневого пальца

Дальше, следуя инструкциям в методическом пособии, необходимо создать цилиндр, имитирующий поршневой палец, с помощью которого создать необходимое отверстие в поршне. Аналогичным образом затем создать уже сам поршневой палец, а шарнир JF позволит неподвижно соединить палец с поршнем.

Создание шатуна

Создание шатуна необходимо начинать с создания нижней головки, который представляет собой цилиндр радиусом 26 мм; длина (высота) равна $80-2=78$ мм. Затем переместить ее с помощью так, чтобы центр масс совпал с ЦСК.

В шатуне необходимо проделать отверстия под шатунную шейку KB в шатуне, для чего производятся операции, аналогичные самому началу данной работы: Необходимо создать шатунную шейку KB с помощью цилиндра заданной длины $L=80$ мм, $R=21$ мм, после чего сместить его так, чтобы центр масс совпал с ЦСК.

Заготовки для верхней и нижней головок шатуна создаются следующим образом: в ЦСК создается цилиндр (диаметр на 10 мм больше диаметра поршневого пальца $(22,5 + 10=32,5$ мм); длина равна $111 - 25 - 10= 76$ мм), затем переместите её с помощью так, чтобы её центр масс совпал с центром масс поршневого пальца.

Упрощения процесса позиционирования стержня шатуна в области его нижней головки с помощью элемента Стержень длиной 61,8 мм создается в ЦСК вспомогательный элемент , после чего совмещается центр масс элемента и указанного цилиндра.

Трапецевидный элемент, созданный по 4 маркерам на концах вспомогательных элементов, позволит создать заготовку под стержень шатуна. А теперь следует объединить детали, созданные на шагах ранее

А заготовки, которые создавались для отверстий, пришло время вырезать в необходимых местах. Полученная деталь – тот самый шатун, который нам требовался. Теперь необходимо создать в нем облегчения.

Соблюдая небольшие правила задания размеров, создаются стержни таким образом, чтобы ребра трапеции, полученной по нему, должны быть параллельны ребрам стержня шатуна.

На стержне шатуна размещаются вспомогательные элементы (стержни), по которым создается малая трапеция с ребрами, примерно параллельными ребрам большей.

Полученные элементы вырезаются, после чего образуется необходимое углубление. Вспомогательные элементы следует удалить, а сам шатун правильно расположить в пространстве.

Создание противовесов

Заготовкой для противовеса служит уже знакомый цилиндр, ось которого следует совместить с нижней осью коренной шейки. Операция Параллелограмм позволит удалить верхнюю часть цилиндра. Скопировав полученную деталь, создается второй противовес.

Соединение противовесов с щеками КВ происходит с помощью неподвижных шарниров JF.

Создание коренных шеек КВ

Для создания коренной шейки воспользуемся цилиндром в ЦСК с размерами шатунной шейки КВ ($R=21$ мм, $L=80$ мм), правильно сориентируем. Воспользовавшись копированием, совместим ее торец с нижней частью щеки КВ с противоположной стороны конструкции. Соединение шейки КВ со щеками КВ производится неподвижным шарниром JF.

2. Задание граничных условий для конструкции в виде шарниров:

Задание необходимых соединений

В данной работе необходимо обеспечить подвижность шатуна вокруг шатунной шейки КВ. Для этого соединим шатун и шатунную шейку вращательным шарниром JR и задайте ему ориентацию.

Движение поршня внутри гильзы цилиндра двигателя имитируется с помощью установки поступательного шарнира JT.

Шатун и поршневой палец соединяются вращательным шарниром JR. Тем самым обеспечивается подвижность цилиндропоршневой группы.

Приложение крутящего момента к КВ и замер требуемых параметров:

Приложение сил

Для задания сил и моментов необходимо переместиться в меню Create Forces (вход в который был изучен в предыдущих л.р.). Первым будет приложен момент сопротивления, приложенный к шейке вала, являющейся осью вращения КВ, а затем поверните его по оси Y на 90°. Переименовать в «МС», после чего задать ему корректную формулу в разделе Modify Torque, а также точку приложения. Функция должна представлять собой $-100 \cdot (\text{угловая скорость относительно оси X})$. Момент сопротивления будет направлен противоположно вращению КВ и будет возрастать с увеличением скорости вращения.

Для задания движения КШМ создайте момент вращения в том же месте, что и МС, и так же поверните. Значение крутящего момента равно $M=5000 \text{ н} \cdot \text{мм}$. Если двигатель останавливается, следует увеличить значение.

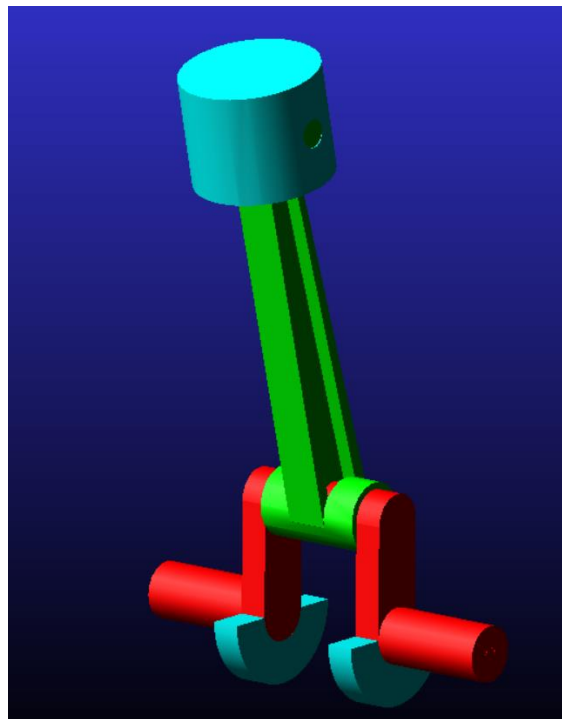


Рисунок 2 — Созданная модель

3. Проведение кинематико-динамического расчета конструкции:

Расчёт производится с приблизительными вводными данными:
Время расчёта $t=2 \dots 5 \text{ с}$, количество шагов $\text{steps} = 500 \dots 5000$

Оптимальными были выбраны параметры, представленные на рисунке 3

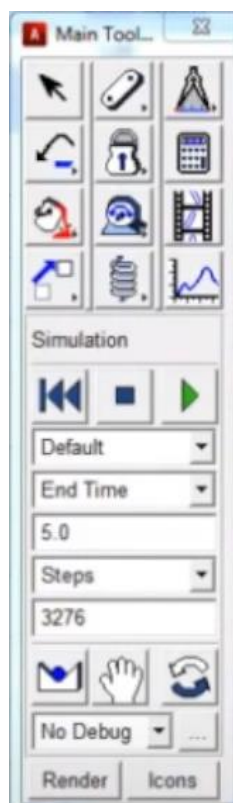


Рисунок 3 — Параметры расчёта

4. Просмотр результатов расчета:

Проведенный расчёт и последующая анимация позволили сделать вывод, что созданный механизм работает корректно.

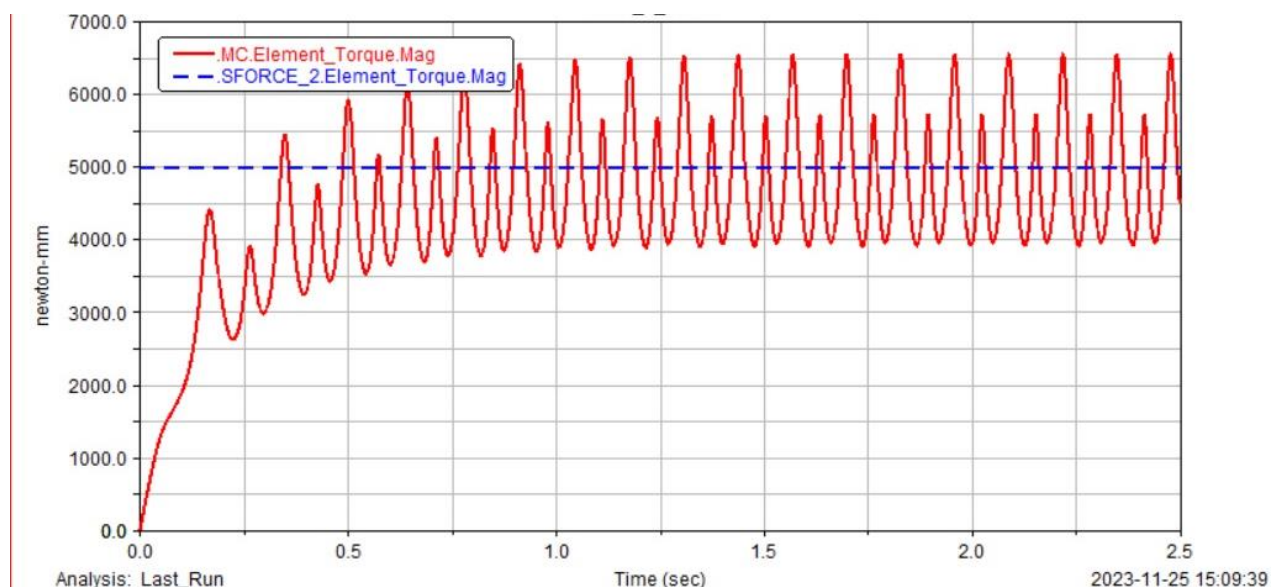


Рисунок 3 — Графики изменения момента сопротивления МС и крутящего момента МК на одном поле

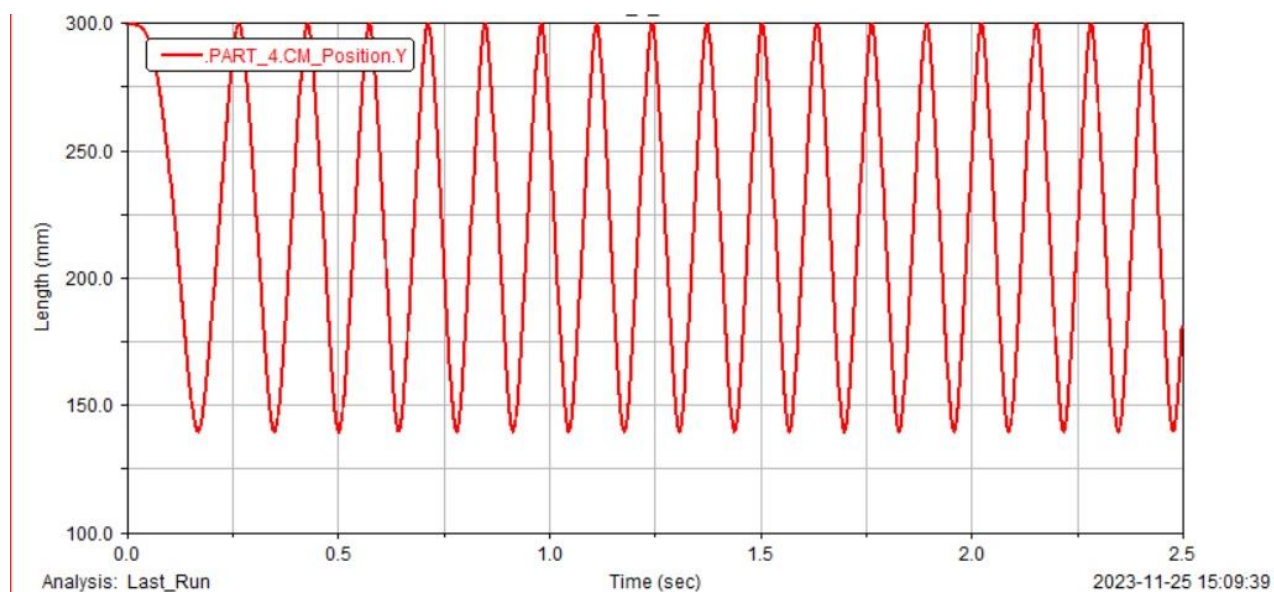


Рисунок 4 — График вертикального перемещения центра масс поршневого пальца

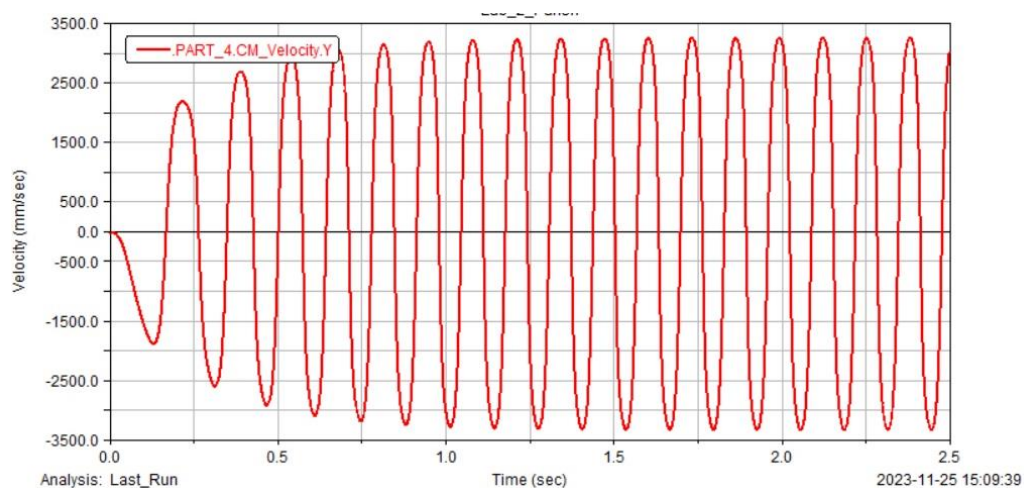


Рисунок 5 — График скорости центра масс поршневого пальца в вертикальном направлении

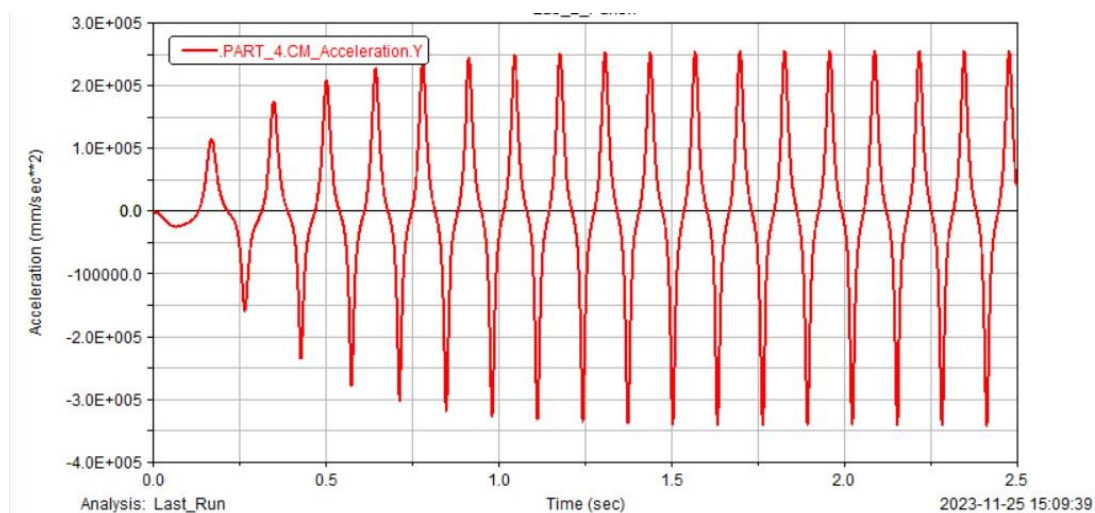


Рисунок 6 — График ускорения центра масс поршневого пальца в вертикальном направлении

Вывод: в данном упражнении в ПО MSC.ADAMS/View научились создавать модель КШМ, задавать ему граничные условия, закон движения, а также анализировать работу полученного устройства.