

при впрыске охлаждается, но способствует увеличению температуры воздуха (от 10,4 до 14 °С). Описанный метод позволяет произвести надежный пуск двигателя при температуре окружающей среды до -10°С. Для успешного пуска при более низких температурах необходимо увеличивать мощность нагрева этанола.

В целом проведенные исследования показали, что в бензоэтанольных двигателях проблема холодного пуска двигателя существует, но она решаема. Для облегчения надежного холодного пуска двигателя на нефтеперерабатывающих заводах в зимнее время года в бензин необходимо добавлять изобутан и другие сжиженные углеводородные газы.

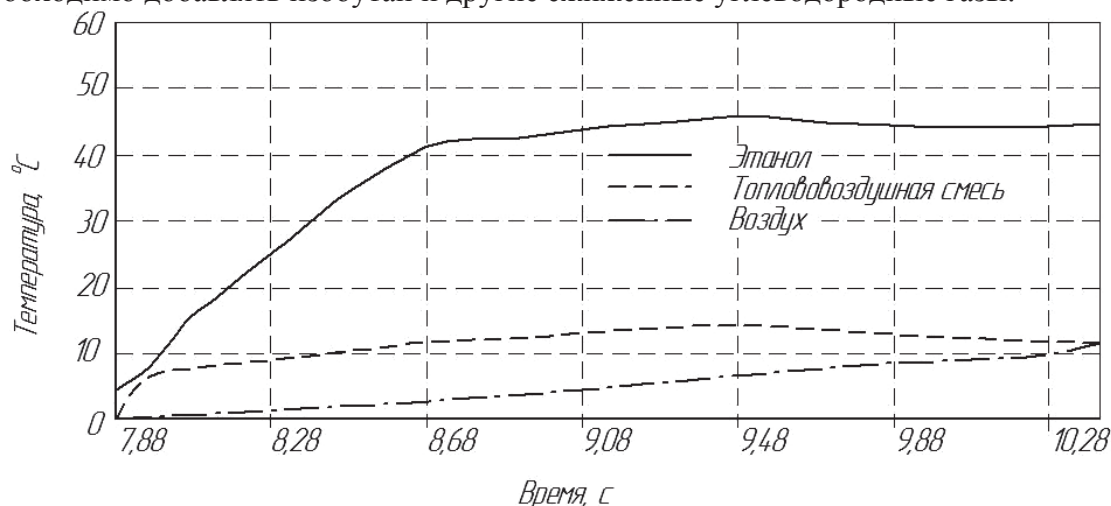


Рисунок 2. График изменения температур

При 10%-ном уровне содержания этанола в топливе не требуется переделка двигателя и на эффективности холодного пуска это практически не сказывается. В двигателях с высокими концентрациями этанола необходимо использовать комплекс мер для улучшения холодного пуска - регулирование диаграммы подъема клапана, подогрев топлива и воздуха, подача дополнительных углеродосодержащих веществ.

Литература

1. Карпов С.А., Капустин В.М., Старков А.К. Автомобильные топлива с биоэтанолом. М., «КолосС», 2007.
2. www.bioethanol.ru Официальный сайт Национальной Биотопливной Ассоциации.
3. Luis Carlos Monteiro, Robinson Ferrari Barbosa, Rudolf Huebner « Numerical and experimental analysis of a cold start system used in flex fuel engines with heating of admission air and ethanol», SAE technical paper series № 2009-36-0300, 2009.
4. Daniel Kabasin, Kevin Hoyer, Rudolf Lamers «Heated Injectors for Ethanol Cold Starts» SAE technical paper series № 2009-01-0615, 2009.

К вопросу исследования колебаний силового агрегата автомобиля

к.т.н. доц. Ломакин В.В., к.т.н. доц. Емельянов А.Е.
Университет машиностроения
8 (495) 223-05-23, ee@list.ru,

Аннотация. В статье приведена расчетная модель силового агрегата автомобиля. Данная модель учитывает колебания силового агрегата автомобиля вдоль и вокруг трех координатных осей, при этом учитывает влияние трансмиссии на общую картину колебаний силового агрегата. Приведено математическое описание расчетной модели силового агрегата на примере легкового автомобиля малого класса.

Ключевые слова: силовой агрегат, колебания, трансмиссия, реактивное звено, расчетная модель.

Многие автомобилестроители мира большое внимание уделяют производству передне-

приводных автомобилей. Это объясняется преимуществами перед заднеприводными как по управляемости, так и по компоновочным соображениям. Однако интерес к автомобилям заднеприводной и полноприводной компоновки не ослабевает, примером могут служить фирмы «Даймлер-Крайслер», «БМВ», ОАО «АвтоВАЗ» и другие.

Исследованию колебаний автомобильных агрегатов посвящено достаточно большое количество трудов. Однако в этих работах при составлении математической модели силового агрегата принимался ряд допущений для упрощения расчетов. Составление математической модели колебаний двигателя осуществляется несколькими путями:

- модель принимается в виде цепной или разветвленной крутильной системы, силовой агрегат (СА) представлен как маховик, который совершает колебания от положения равновесия вокруг своей оси параллельной оси валов коробки передач. Подвеска силового агрегата реализуется как реактивная жесткость;
- модель принимается в виде твердого тела на неподвижном основании без учета или с учетом связи с трансмиссией, системой выпуска и несущего кузова;
- модель принимается в виде твердого тела на подвижном основании (с учетом поддрессирования несущего кузова или рамы);

Для исследования параметров системы поддрессирования силового агрегата, таких как точки расположения, угол наклона и упругодемпсирующие характеристики опор с учетом влияния крутильных колебаний в трансмиссии необходимо рассматривать силовой агрегат в виде твердого тела, совершающего связанные колебания с крутильной системой трансмиссии.

Таким образом, была разработана математическая модель для исследования процессов колебания двигателя на примере полноприводного автомобиля с силовым агрегатом, объединяющим двигатель, коробку передач и раздаточную коробку с учетом влияния колебаний в трансмиссии.

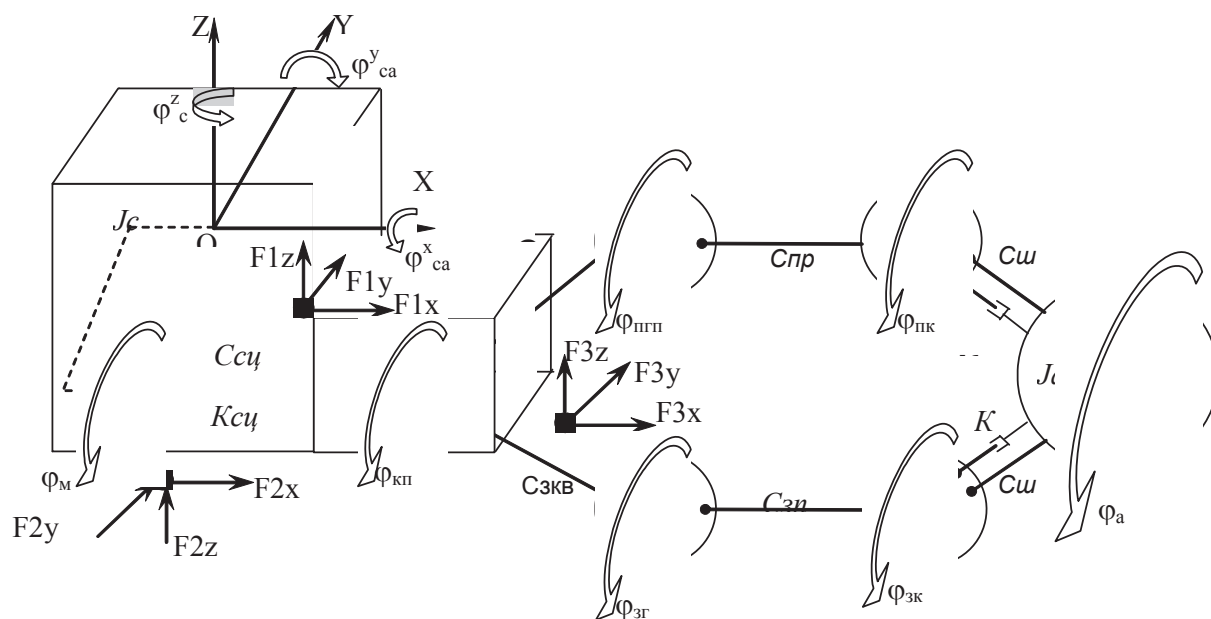


Рисунок 1. Расчетная модель колебаний СА

Динамическая модель силового агрегата представлена в виде крутильно-линейной системы (рисунок 1). Крутильная система представлена восемью массами, которые совершают колебания от положения равновесия вокруг своих осей вращения (коленчатый вал и маховик, элементы трансмиссии, колеса, автомобиль в виде маховика, кинетическая энергия которого эквивалентна кинетической энергии движущегося автомобиля), и силовым агрегатом в виде параллелепипеда, совершающего связанные колебания вдоль и вокруг своих осей. Модель учитывает пространственное положение опор СА с разделением жесткостей по осям. Малые моменты инерции шестерен коробки передач и высокая жесткость валов, превышающая угловую жесткость демпфера сцепления, позволяют объединить все вращающиеся

ся массы коробки передач и раздаточной коробки в одну. Все моменты инерции этих масс с учетом передаточных чисел приводятся к силовому агрегату. Жесткость валов в зависимости от передаточных чисел рассматривается как последовательно подключенная к демпферу сцепления.

Дифференциальные уравнения совместных колебаний системы силовой агрегат-трансмиссия составляются с использованием принципа Даламбера. Применение энергетического метода составления дифференциальных уравнений осложняется тем, что упругие характеристики опор силового агрегата могут быть представлены в виде функции силы от перемещения в опоре.

Исходные данные для решения определялись либо экспериментальным путем (например, тангенциальная жесткость, момент инерции колеса), либо расчетным методом в программе SolidWorks 2001 путем построения трехмерных моделей деталей трансмиссии, а также стандартными методами курса «Сопrotивления материалов» для определения жесткости детали.

Для решения системы дифференциальных уравнений использовался метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности. Решение отыскивалось с помощью программирования в математическом пакете MathCAD. Частоты колебаний масс системы определялись с помощью преобразования Фурье. Полученные данные использовались в дальнейшей оптимизации параметров системы поддрессирования силового агрегата.

Заключение

В результате проведенных расчетов на вышеуказанной модели колебаний СА были получены следующие результаты:

- Проведенные теоретические исследования показали необходимость установки задней опоры СА с жесткостью $C_n=100$ Н/мм с включением в работу дополнительной жесткости $C_{доп}=330$ Н/мм при 3 мм статического прожатия опоры на полноприводный автомобиль «Шевроле-Нива».
- При изменении жесткости задней опоры СА с 120 Н/мм до 330 Н/мм получено теоретическое снижение максимальных уровней виброускорений от 1,1 до 3,2 раза, уровня виброперемещений от 1,5 до 3,6 раз в зависимости от частоты возбуждения.
- При изменении жесткости задней опоры СА с 120 Н/мм до 330 Н/мм получено теоретическое снижение средних квадратичных значений виброускорений на передней правой опоре от 1,03 до 1,1 раз, на передней левой опоре от 1,06 до 1,12 раз, в центре масс силового агрегата от 1,1 до 3,2 раз в зависимости от частоты возбуждения.

Литература

5. Дементьев Ю.В., Исследование динамической нагруженности силового агрегата переднеприводного автомобиля: Дисс. канд.техн.наук. -М., 1981. -165 с
6. Доброгаев Р.П., Влияние крутильных колебаний коленчатого вала на угловые колебание двигателя // Межвузовский сборник научных трудов «Автомобильные и тракторные двигатели» №3. – М.: 1980г.
7. Контанистов С.П., Исследование переходных процессов в динамической системе «Двигатель - сцепление - трансмиссия - подвеска» грузового автомобиля: Дисс. канд.техн.наук. - М., 1979. - 255 с.

К вопросу оценки влияния реактивных звеньев на колебания силового агрегата автомобиля

к.т.н. доц. Ломакин В.В., к.т.н. доц. Емельянов А.Е.
Университет машиностроения
8 (495) 223-05-23, eae@list.ru

Аннотация. В статье рассмотрены три модели силового агрегата автомобиля. Данные модели учитывают колебания силового агрегата автомобиля вдоль и вокруг трех координатных осей, при этом каждая последующая модель учитывает