



Рисунок 1 – Зависимость момента сил трения от частоты колебания жидкости

Выводы: Из приведенных результатов расчёта видно, что момент сил трения на диске, совершающем вращательное колебательное движение, возрастает с увеличением частоты колебаний, а также увеличивается скорость движения жидкости, вызываемая колебаниями диска.

Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: учебное пособие в 10 т. Т. IV. Гидродинамика / Л.Д.Ландау, Е.М.Лившиц – 4-е изд., стер. – М.: Наука. гл. ред. физ. мат. лит., 1988. – 736 с.

УДК 621.81

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ БЕНЗИНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ В АВТОМОБИЛЯХ

Страузов Александр Владимирович
Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Королькевич А.В.
(Белорусский национальный технический университет)

В данной статье будет рассмотрен пример преобразования и накопления преобразованной кинетической энергии движущегося автомобиля и дальнейшее ее использование для движения.

Рекуперативное торможение — организация торможения, при которой кинетическая энергия транспортного средства не рассеивается в виде тепла, выделяемого на трущихся тормозных механизмах, а снова используется для движения. Рекуперативное торможение широко применяется на электровозах и электропоездах, где при торможении электродвигатели начинают работать как электрогенераторы, а вырабатываемая электроэнергия передаётся через контактную сеть либо другим электровозам, либо в общую энергосистему через тяговые подстанции. Рекуперация возможна благодаря обратимости электрических машин.

Ранее гибридными называли агрегаты, способные работать на нескольких видах горючего топлива, и двигатели с так называемым послойным смесеобразованием.

Многотопливные моторы обладают достаточно сложной конструкцией и работают на очень высоких степенях сжатия. Так, например, в двигателе MTU (Mercedes-Benz) последняя составляет 25 единиц. В то время как у современных массовых агрегатов, потребляющих высокооктановый бензин, степень сжатия колеблется от 9 до 11 единиц, а у дизелей лежит в пределах 16–19.

Одним из простейших примеров подобных силовых установок можно считать мотор, работающий на бензине и газе (природном или полученном из нефти). Такие двигатели пользуются популярностью в странах с высокими ценами на бензин.

Существовал еще третий тип гибридного двигателя, представляющий собой работающие в паре ДВС и электродвигатель. Первые разработки появились на рубеже XIX–XX-го веков. Начиная с 1897 года и на протяжении 10 последующих лет, французская *Compagnie Parisienne des Voitures Electriques* выпустила партию электромобилей и машин с гибридными двигателями. Почему же тогда идея гибридных двигателей не прижилась?

На этот вопрос еще в 30-х годах прошлого века ответил академик Е. А. Чудаков. Проведенное им сопоставление характеристик моторов различных типов выглядит так: бензиновый

оказался лучше по скорости и намного превзошел электрический по запасу хода, но по надежности и КПД бензиновый ДВС уступил, но ресурсные и экологические проблемы в те времена еще не рассматривались. Появлению гибридных установок в массовом производстве помешала высокая цена комплектующих электроустановок, а также малые мощности и большой вес элементов питания.

Спустя 110 лет (в 1997 году) после появления первого гибридного автомобиля компания Toyota представила массовую модель Prius. Особенность Prius является электромотор, батарею которого не надо заряжать от внешней сети. Энергия для заряда аккумулятора вырабатывается на борту автомобиля. Мощность бензинового двигателя объемом 1,5 л составляет 53 кВт (57 кВт — Prius 2-го поколения), тягового электромотора — 33 кВт (50 кВт — Prius 2-го поколения). Максимальная скорость составляет 160 км/ч, расход топлива 4,6 л (4 л - Prius 2-го поколения) на 100 км.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ СХЕМА. В данном случае ДВС приводит в движение генератор, а вырабатываемая последним электроэнергия питает электродвигатель, вращающий ведущие колеса. Последовательной установкой называют потому, что поток мощности поступает на ведущие колеса, проходя ряд преобразований. Данная схема позволяет использовать ДВС малой мощности, с условием его постоянной работы в диапазоне максимального КПД. Это позволит стабильно генерировать достаточное количество энергии для питания электродвигателя и заряда аккумуляторной батареи.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ СХЕМА. Здесь ведущие колеса приводятся в движение и ДВС, и электродвигателем (обратимой машиной). Момент, поступающий от двух источников, распределяется в соответствии с условиями движения. Аккумулятор заряжается при переключении электродвигателя в режим генератора (например, при торможении), а запасенная батареей энергия питает обратимую машину, переключившуюся в режим электродвигателя, которая, в свою очередь, вращает ведущие

колеса. Подобная конструкция достаточно проста, но имеет ряд недостатков, так как обратимая машина гибридной силовой установки не может одновременно приводить в движение колеса и заряжать батарею.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО-ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ СХЕМА.

Эта схема объединяет в себе две предыдущие. Здесь, в зависимости от условий движения, используется тяга электродвигателя или одновременно ДВС и электродвигателя. Помимо этого, в случае необходимости, система способна приводить колеса в движение и одновременно вырабатывать электроэнергию, используя генератор. Таким образом достигается максимальная эффективность силовой установки.

РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ. Начало движения. Для начала движения и на малых скоростях используется только электромотор. При плавном наборе скорости энергия, запасенная в батарее, поступает на блок управления электропитанием. Последний, в свою очередь, направляет энергию на электромоторы, что позволяет автомобилю плавно трогаться с места.

Движение в нормальном режиме. В этом случае момент на ведущие колеса поступает с ДВС и электромоторов; энергия бензинового двигателя распределяется между колесами и электрическим генератором, приводящим в движение электромоторы. При необходимости генератор осуществляет заряд батареи, отдавая ей излишки энергии. В целях обеспечения максимальной эффективности распределение энергии контролируется электронным блоком управления. Также для экономии топлива и заряда батареи при движении в нормальном режиме система автоматически переходит на передний привод, в то время как на всех остальных сохраняется полный.

Разгон. Бензиновый двигатель разгоняет машину, работая в нормальном режиме, при необходимости и для улучшения динамики дополнительная энергия поступает от электромоторов.

Торможение. Для оптимизации количества сохраняемой энергии управляемая электроникой тормозная система выбирает режим, когда следует использовать гидравлическую систему, а

когда — рекуперативное (регенеративное) торможение (оно и является приоритетным). При рекуперативном торможении передний и задний электродвигатели работают в генераторном режиме, создавая тормозной момент на передней и задней осях. Вырабатываемая энергия поступает на блок управления электропитанием, а оттуда на высоковольтную аккумуляторную батарею.

РАЗВИТИЕ ГИБРИДНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Следующий этап развития двигателей — силовая установка, работающая на самом перспективном энергоносителе — водороде. Он является самым безвредным для окружающей среды, так как в результате химической реакции в качестве выбросов образуется простая вода. Происходят такие реакции в топливных камерах — керамических ячейках. Каждая ячейка перегородена на 2 секции тонкой полимерной мембраной, покрытой тонким слоем платинового катализатора. В одну секцию поступает кислород, в другую подается водород. Мембрана обладает уникальным свойством: пропускает протоны, но задерживает электроны. В обычной ситуации реакция носит взрывной характер, но в топливной камере протекает спокойно, благодаря тому, что идет не во всем объеме ячейки, а только на поверхности мембраны. Электроны, стекают по подведенному к ячейке проводнику, создавая электрический ток. Дальше эту электроэнергию (возможно с некоторыми преобразованиями) можно использовать для питания электродвигателя.