

А. В. Дмитриев, Р. Р. Шарафутдинов, С. В. Кулимин

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ СОВМЕСТНО С ПАРОТУРБИННОЙ УСТАНОВКОЙ

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, паровая турбина, исследование.

Был проведен анализ работы двигателя внутреннего сгорания в паре с паровой турбиной и нами было выяснено по расчетам, что с турбины можно снимать достаточное количество электроэнергии для нужд автомобиля и даже для электромотора, который можно установить на авто.

Keywords: internal combustion engine, steam turbine, study.

In a review of the internal combustion engine is paired with a steam turbine, and we have found is estimated that the turbine can be removed with enough electricity for the needs of the car and even the electric motor, which can be set to auto.

На сегодняшний день существует множество силовых установок использующихся в технике. Примером такой установки является работа двигателя внутреннего сгорания в паре с генератором и электродвигателем [1]. Такая установка называется гибридом, это значит, что для привода колес используется более одного источника энергии, в данном случае это энергия, высвобождаемая при сжигании топлива и электроэнергия, которая вырабатывается генератором, а он в свою очередь работает за счет двигателя. Выработанная электроэнергия накапливается в конденсаторных батареях с них и получает энергию электродвигатель [2].

Гибридный автомобиль – высокоэкономичный автомобиль, движимый системой «электродвигатель - двигатель внутреннего сгорания», питаемой как горючим, так и зарядом электрического аккумулятора [3]. Главное преимущество гибридного автомобиля – снижение расхода топлива и вредных выхлопов. Это достигается полным автоматическим управлением режима работы системы двигателей с помощью бортового компьютера, начиная от своевременного отключения двигателя во время остановки в транспортном потоке, с возможностью продолжения движения без его запуска, исключительно на энергии аккумуляторной батареи, и заканчивая более сложным механизмом рекуперации – использования электродвигателя как генератора электрического тока для пополнения заряда аккумуляторов [4].

Плюсы такой тандемной работы заключаются в экономии топлива порядка 20-25%, а в некоторых случаях и больше, машины с такой установкой более экологичны, так как двигатель этих машин не постоянно находится в работе. Кроме того, дымовые газы, выбрасываемые промышленными предприятиями, а так же автомобилями в атмосферу, являются причиной больших потерь тепла. Выбросы в атмосферу высокотемпературных газов оказывают отрицательное влияние на экологическую обстановку. В связи с этим, утилизация тепла дымовых газов является одной из важных задач энергосбережения и рационального расходования тепловой энергии [5]. Но есть и минусы, они тоже существенны. Конденсаторные батареи боятся больших перепадов температур, что влияет на их срок службы, срок службы таких батарей порядка 3-5 лет [6].

Основные причины, стоящие за разработкой гибридной силовой установки – уменьшение количества вредных выбросов в атмосферу, что очень актуально именно для городского транспорта. Эта система позволяет снизить выброс сажи и углеводородов на 90%, оксидов азота – на 50%. При этом экономия топлива достигает 60% по сравнению с обычными автобусами с дизельными двигателями, а ускорение во время начала движения увеличилось на 50%. Такая силовая установка может устанавливаться на различные автомобили, которые выполняют самые разные задачи [7].

Комбинированные энергоустановки с ДВС – наиболее реальный путь достижения высоких показателей ТС в самом ближайшем будущем. При этом удастся обеспечить большую дальность пробега и сохранить существующую инфраструктуру заправки [8].

Еще существуют автомобили, в качестве топлива, которые используют органические отходы, а в частности биогаз из органических отходов. С экологической точки зрения энергетические установки, а также автомобили, использующие в качестве топлива органические отходы, представляют собой непрерывно действующие источники токсичных выбросов в атмосферу [9]. Это в очередной раз говорит нам о том, что установка, о которой говорится в данной статье ни чем не уступает в плане экологии автомобилям работающим на биогазе.

В лопаточном аппарате паровой турбины потенциальная энергия сжатого и нагретого водяного пара преобразуется в кинетическую, которая в свою очередь преобразуется в механическую работу – вращением вала турбины. Паровая турбина работает за счет нагрева двигателя, который будет нагревать жидкость, которая в свою очередь будет проходить по каналам внутри двигателя. При прохождении по каналам она будет превращаться в пар. Он и будет вращать паровую турбину.

В представленной работе производится оценочный расчет для того чтобы понять целесообразно ли такое решение. Для начала представим схему, работы такой установки (рис. 1).

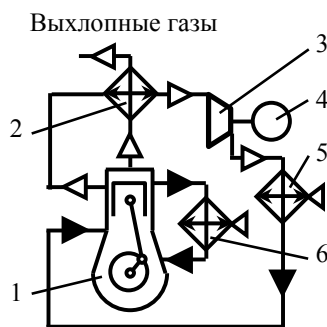


Рис. 1 – Схема работы двигателя внутреннего сгорания совместно с паротурбинной установкой: 1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – теплообменник; 3 – турбина; 4 – генератор; 5, 6 – воздушные теплообменники

Рабочая жидкость испаряется, забирая тепло от двигателя внутреннего сгорания 1. Образующиеся пары дополнительно подогреваются в теплообменнике 2 за счет энергии выхлопных газов и поступают в турбину 3, которая вращает генератор 4. После турбины 3 пары конденсируются в воздушном теплообменнике 5 и поступают в двигатель внутреннего сгорания 1. В случае перегрева двигателя внутреннего сгорания 1 отвод тепла от него осуществляется через теплообменник 6. Для расчета мощности вырабатываемую паротурбиной и генератором воспользуемся формулой

$$N_e = Q_y \cdot \eta_{typ} \quad (1)$$

Оценочное количество тепла, потерянное в двигателе внутреннего сгорания:

$$Q_y = Q_t \cdot (1 - \eta_{dv}) \cdot \eta_{typ} \quad (2)$$

Количество тепла, выделяемое при сгорании топлива:

$$Q_t = \frac{N_{dv}}{\eta_{dv}} \quad (3)$$

Тогда уравнение (1) с учетом (2) и (3) запишется

$$N_e = N_{dv} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{dv}} - 1 \right) \cdot \eta_{typ} \quad (4)$$

Суммарная мощность, извлекаемая из двигателя, определяется из выражения:

$$N_{\Sigma} = N_e + N_{dv} \quad (5)$$

В этом случае КПД рассчитывается:

$$\eta_{\Sigma} = \frac{N_{\Sigma}}{Q_{ton}} \quad (6)$$

или с учетом формул (1) - (6):

$$\eta_{\Sigma} = \eta_{dv} \cdot \frac{N_{dv} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{dv}} - 1 \right) \cdot \eta_{typ} + N_{dv}}{N_{dv}} \quad (7)$$

После преобразования имеем:

$$\eta_{\Sigma} = \eta_{dv} \cdot \left[1 + \eta_{typ} \left(\frac{1}{\eta_{dv}} - 1 \right) \right] \quad (8)$$

Увеличение КПД можно оценить по формуле:

$$\frac{\eta_{\Sigma}}{\eta_{dv}} = 1 + \eta_{typ} \left(\frac{1}{\eta_{dv}} - 1 \right) \quad (9)$$

Построим график (рис. 2) при различных значениях η_{dv} и η_{Σ}/η_{dv} , используя формулу (9).

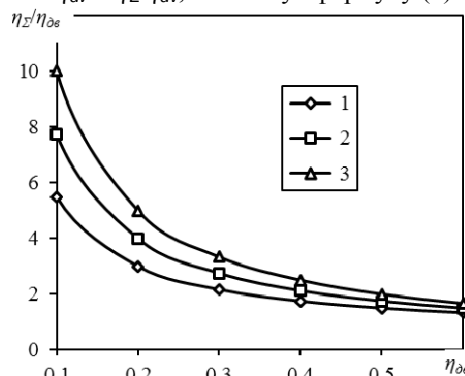


Рис. 2 – Показывает увеличение КПД в зависимости от КПД турбины, η_{typ} , %: 1 – 50; 2 – 75; 3 – 100

Исследования показали, что суммарный КПД снижается, причем КПД турбины существенно влияет только при малых значениях КПД двигателя.

Таким образом, реализация предложенной схемы позволит увеличить эффективность сжигания топлива более чем в два раза.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (гос. контракты на проведение НИР 02.740.11.0685, 02.740.11.0753) и гранта Президента РФ.

Литература

1. Двигатели внутреннего сгорания и электродвигатели. Automotive Engineering, Global Viewpoints, Japan, 2002.
2. И.П. Ксенович, А.А. Ипатов, Д.Б. Изосимов, Технологии гибридных автомобилей: состояние и пути развития отечественной автомобильной техники с комбинированными энергоустановками, Мобильная техника, 2003.
3. Д.Б. Изосимов, О.Г. Ключков, Приводная техника, 5, 6 (1997).
4. Б.Н. Белоусов, С.Д. Попов, Колесные транспортные средства особо большой грузоподъемности. Конструкция. Теория. Расчет. МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2006.
5. М.Р. Вахитов, Н.М. Нуртдинов, А.Н. Николаев, Вестник Казанского технологического университета, 13, 10, 117-124 (2010).
6. П.А. Златин, В.А. Кеменов, И.П. Ксенович, Электромобили и гибридные автомобили. Агроконсалт, Москва, 2004.
7. Мобильная техника, 1-4 (2004).
8. Дональд В. Эблсон, Приводная техника, 9/10 (1999).
9. Н.Ф. Тимербаев, Р.Г. Сафин, А.Р. Садрутдинов, Вестник Казанского технологического университета, 13, 11, 243-246 (2010).