

Литература

1. Горобцов А.С., Карцов С.К., Плетнёв А.Е., Поляков Ю.А. Компьютерные методы построения и исследования математических моделей динамики конструкций автомобилей: Монография. – М.: Машиностроение, 2011. 463 с.
2. Горобцов А.С. Программный комплекс расчета динамики и кинематики машин как систем твердых и упругих тел // Справочник. Инженерный журнал. № 9, 2004. С. 40 – 43.

Способ формирования крутящего момента в гибридных и комбинированных силовых установках

к.т.н. доц. Грабовский А.А., Максяшев И.А.
Пензенский государственный университет

8 927 360 71 92 algra888@yandex.ru, 8 987 522 87 05 insiderx89@gmail.com.

Аннотация. Представлены теоретические исследования возможных вариантов формирования крутящего момента в гибридных и комбинированных силовых агрегатах с возможным изменением экономических и экологических показателей.

Ключевые слова: крутящий момент, комбинированные и гибридные силовые агрегаты, двигатель внутреннего сгорания, интегрированный мотор-генератор, экономические и экологические показатели

Известны способы формирования крутящего момента в гибридных силовых установках (ГСУ) (комбинированных энергетических установках (КЭУ)) как параллельный, последовательный и смешанный. При этом в ряде случаев в литературе термины «гибридный» и «комбинированный» воспринимаются как синонимы, что не позволяет четко разграничить отличия в способе формирования крутящего момента. Основываясь на энциклопедической трактовке терминов «гибрид» и «комбинация», можно дать определения гибридным и комбинированным силовым установкам (агрегатам).

Гибридная силовая установка – это совокупность двух и более технологий преобразования энергии, объединенных между собой функционально для получения общего результата и конструктивно в виде единого нераздельного агрегата.

В этом случае установка представляет собой двигатель внутреннего сгорания (ДВС) и интегрированную с ним электрическую машину, мотор-генератор (ИМГ), ротор (якорь) которого жестко установлен на коленчатом валу и выполняет функцию маховика (Хонда, ИСАД Системс). Электрическая машина используется в качестве стартера, работает в буферном режиме с ДВС при формировании крутящего момента, а при торможении двигателем переходит в режиме генератора для подзарядки аккумуляторных батарей (АКБ).

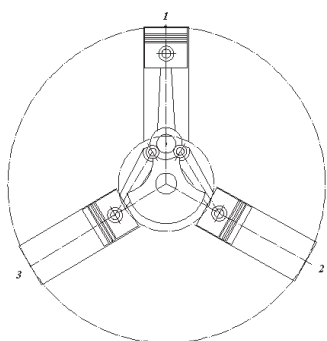
Комбинированная силовая установка – это сочетание двух и более технологий преобразования энергии, объединенных между собой функционально для получения общего результата и конструктивно не объединенных между собой в виде единого нераздельного агрегата, а разнесенных в виде отдельных агрегатов по кузову (раме) транспортного средства (Toyota).

В этом случае силовая установка представляет собой сочетание ДВС, генератора и одного или двух электромоторов, выполненная по последовательной, параллельной или смешанной схеме, функционально объединенные между собой посредством кинематических связей, например, редуктора и карданных передач, электрической схемой, а конструктивно разнесенных по агрегатам трансмиссии транспортного средства, при этом электродвигатели могут быть сагрегатированы с главными передачами переднего и заднего мостов (Тойота) или выполнены в виде мотор-колес. ДВС при этом конструктивно не меняется, и его крутящий момент через сцепление, раздаточную коробку и карданные передачи передается на генератор или главные передачи мостов (осей) транспортного средства и генератор. В этом случае возможно формирование крутящего момента как отдельно от каждого источника, так и в комбинации.

Из анализа каждого из способов также следует общий их недостаток – сложность оп-

тимизации расхода топлива на различных режимах. Этот недостаток может быть устранен за счет частичного отключения цилиндров на режиме частичных и средних нагрузок и холостом ходу. Способ оптимизации расхода топлива в ДВС за счет отключения (деактивации) группы цилиндров многоцилиндрового двигателя, несмотря на свою новизну, специалистам известен и используется в двигателях известных фирм, таких как «Mercedes-Benz», осуществляющей отключение четырех цилиндров из восьми при движении с постоянной скоростью в населенном пункте или по среднескоростной магистрали; «Honda», осуществляющей отключение двух или трех цилиндров из шести в зависимости от режимов работы двигателя. При этом, несмотря на явные недостатки данного способа, такие как неравномерность износа деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ), снижение температуры отключаемых цилиндров и их последующий выход на режим с ухудшением экономических и экологических показателей, повышенные ударные нагрузки и шумы (Honda) не сдерживают разработчиков ради заявленных 20 % экономии топлива и некоторого улучшения значений экологических показателей. Проблемы тепловой машины в этом случае остаются прежними. Это невозможность мгновенно включить в работу деактивированные цилиндры при возрастающих нагрузках на ведущих колесах. ДВС должен быть прогрет, и его температура должна поддерживаться на уровне не ниже 70-80 °С. В таких агрегатах ДВС должен постоянно находиться в работе. В качестве положительного фактора можно отметить постоянную его готовность к работе, а в качестве отрицательного – сложность оптимизации расхода топлива. В некоторых случаях необходима его работа только в режиме холостого хода, например при движении на электрической тяге или в ожидании разрешающего сигнала светофора.

Обеспечение этого требования может быть достигнуто при реализации дискретного изменения мощности (ДИМ) и работы ДВС с отбором 10-15% мощности или использования некоторой части мощности ДВС, например 50 %. В данной ситуации благоприятным режимом является режим с отключаемой частью цилиндров. Но эти цилиндры должны быть не постоянными, а реализовано поочередное отключение с формированием ДИМ [1, 2].



1 – цилиндр - начало рабочего хода;

2 – цилиндр - начало сжатия;

3 – цилиндр - конец рабочего хода.

- 100 % мощности, порядок работы 1-2-3, 1 оборот коленчатого вала;

- 50 % мощности, порядок работы 1-0-3-0-2-0, 2 оборота коленчатого вала;

- 25 % мощности, порядок работы 1-0-0-0-2-0-0-0-3-0-0-0, 4 оборота коленчатого вала.

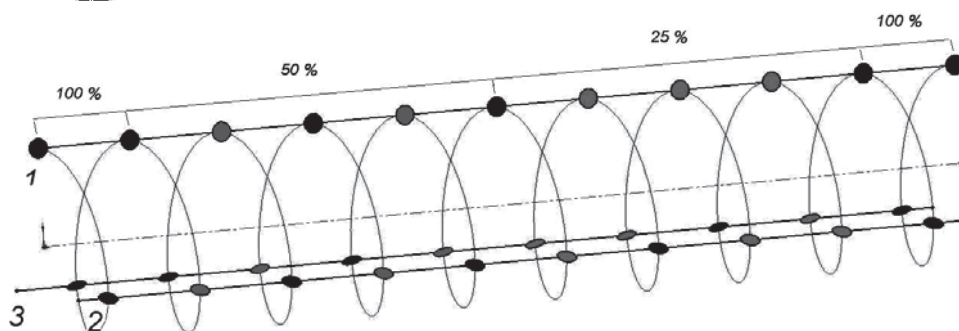


Рисунок 1. Схема формирования "растянутого" порядка работы цилиндров двухтактного 3-х цилиндрового ДВС с вертикальным коленчатым валом

При реализации режима ДИМ в ДВС цилиндры отключают поочередно, с шагом пропуска между рабочими ходами (конец предыдущего и начало последующего), выражающимся в соответствующем значении угла поворота коленчатого вала:

$$\varphi = (2\pi m - \pi) / i,$$

где: m – число (количество) оборотов коленчатого вала двигателя соответствующее полному

циклу срабатывания всех цилиндров двигателя; i – число цилиндров.

Так, например, в двигателе с непарным числом цилиндров, работающем по двухтактному циклу [3], применен так называемый «растянутый» порядок работы, обеспечивающий поочередный пропуск срабатывания цилиндров в зависимости от требуемой мощности на каждом обороте коленчатого вала (рисунок 1).

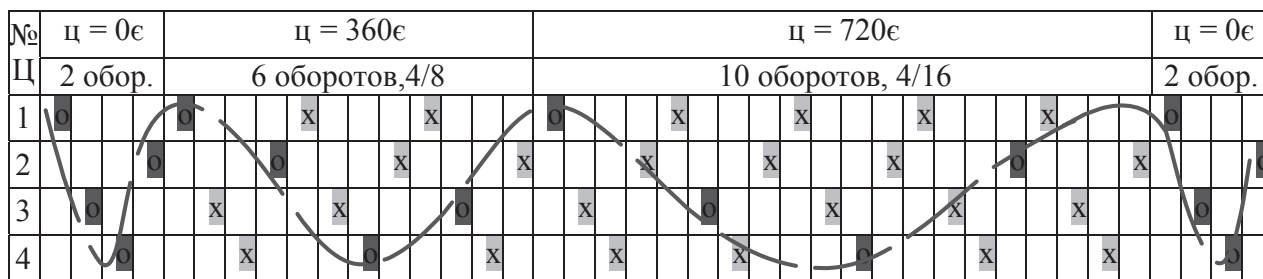
Для трехцилиндрового двухтактного ДВС с порядком работы 1 – 2 – 3 при переходе на 50 % отбор мощности порядок работы станет 1 – 0 – 3 – 0 – 2 – 0, а на режиме холостого хода или работе ДВС в буферном режиме с ИМГ в гибридных или комбинированных силовых установках, при переходе на 10 – 25 % отбор мощности порядок работы станет 1– 0 – 0 – 0 – 2 – 0 – 0 – 0 – 3, где 0 – шаг пропуска между рабочими ходами, соответствующий 120° угла поворота коленчатого вала.

Аналогичные схемы могут быть применены для всех типов двигателей, работающих как по двухтактному, так и по четырехтактному циклу.

Пример реализации ДИМ применительно к рядному четырехтактному ДВС с порядком работы 1 – 3 – 4 – 2 представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Способ дискретного изменения мощности ДВС



Для увеличения вариантов дискретизации и расширения диапазона мощностей для каждого из известных ДВС возможна реализация усовершенствованного способа ДИМ [4]. В этом случае из общего числа цилиндров двигателя формируется основная группа активных цилиндров и одна, две вспомогательные группы. В каждой из групп обеспечивается "растянутый" порядок работы цилиндров ДВС с шагом пропуска между началами рабочих ходов (предыдущего и последующего), выражающимся в соответствующем значении угла поворота коленчатого вала

$$\varphi' = (2\pi m - \pi i) / i + \pi.$$

В качестве примера на рисунке 2 приведена схема перехода на различные варианты дискретизации для рядного пятицилиндрового ДВС.

Предложенное техническое решение исключает повышенный износ «активных» цилиндров и значительное снижение температуры «пассивных», а кроме того, обеспечивается равномерность хода двигателя.

При переходе работы ДВС в режим ДИМ возникает дополнительная нагрузка на «активные» цилиндры, обусловленная насосными потерями в «пассивных» цилиндрах, а также нагрузкой, возникающей при сжатии воздуха в «пассивных» цилиндрах, которая частично компенсируется на такте расширения. В этом случае несколько увеличивается часовой расход топлива при работе двигателя в режиме холостого хода и удельный расход при работе двигателя на режимах частичных нагрузок.

В любом из режимов ДИМ улучшается состав ОГ, учитывая, что на единицу массы ОГ в активном цилиндре приходится несколько единиц массы чистого воздуха, выходящего на такте выпуска их «пассивных» цилиндров:

$$G = G_{O_2} + i' G_B,$$

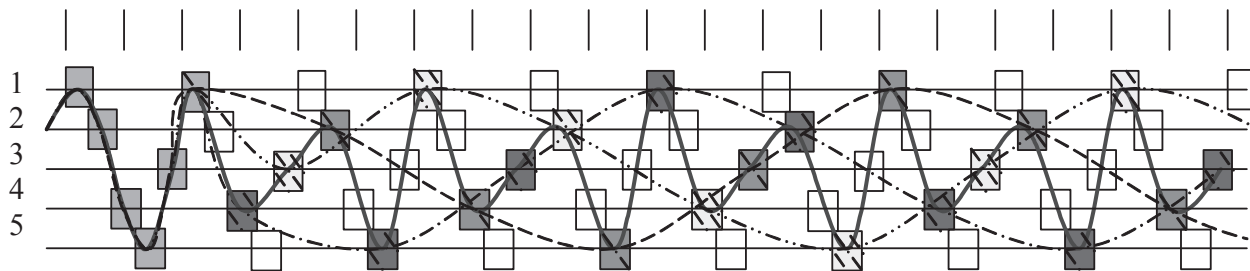
где: G_{O_2} – масса отработавших газов, выходящих из «активного» цилиндра на такте выпуска;

G_B – масса чистого воздуха, выходящего из «пассивного» цилиндра на такте выпуска;

i' – число «пассивных» цилиндров.

Формирование порядка работы пятицилиндрового четырехтактного ДВС:

- при 50 % мощности (средние и частичные нагрузки, холостой ход);



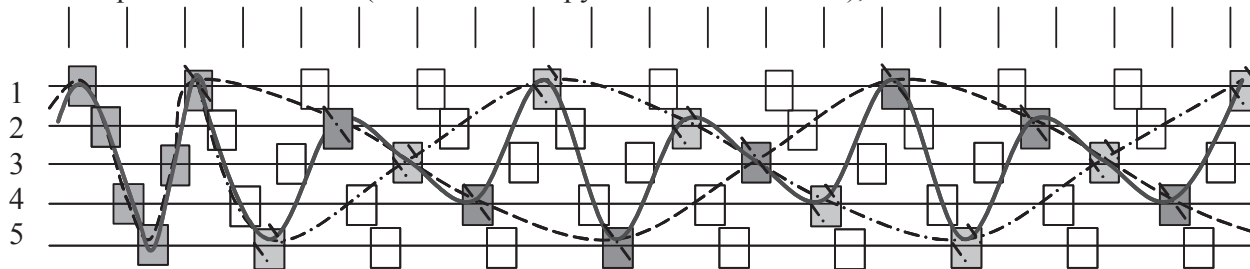
1-я группа - 1-0-0-0-0-0-2-0-0-0-0-0-4-0-0-0-0-0-5-0-0-0-0-0-3-0-0-0-0-0

2-я группа - 4-0-0-0-0-0-5-0-0-0-0-0-3-0-0-0-0-0-1-0-0-0-0-0-2-0-0-0-0-0

3-я группа - 3-0-0-0-0-0-1-0-0-0-0-0-2-0-0-0-0-0-4-0-0-0-0-0-5-0-0-0-0-0

ДИМ 50 % - 1-0-4-0-3-0-2-0-5-0

- при 33% мощности (частичные нагрузки и холостой ход);

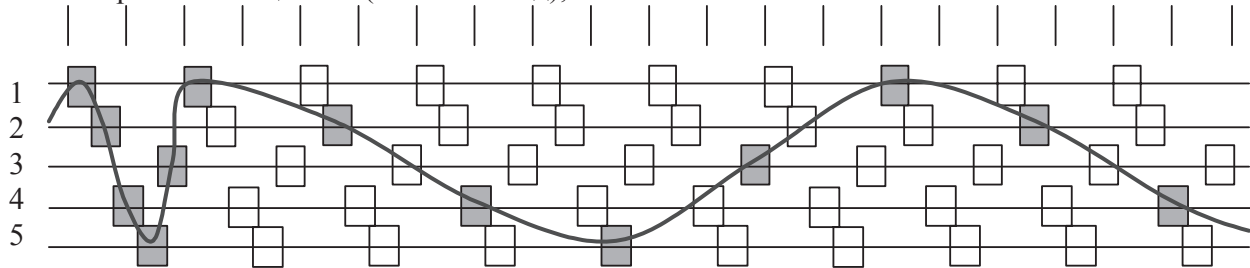


1-я группа - 1-0-0-0-0-0-2-0-0-0-0-0-4-0-0-0-0-0-5-0-0-0-0-0-3-0-0-0-0-0

2-я группа - 5-0-0-0-0-0-3-0-0-0-0-0-1-0-0-0-0-0-2-0-0-0-0-0-4-0-0-0-0-0

ДИМ 33% - 1-0-0-5-0-0-2-0-0-3-0-0-4-0-0

- при 15% мощности (холостой ход);



ДИМ 15% - 1-0-0-0-0-0-2-0-0-0-0-0-4-0-0-0-0-0-5-0-0-0-0-0-3-0-0-0-0-0

Примечание: На рисунках цифрами обозначены номера цилиндров, стробы соответствуют оборотам коленчатого вала, а затененные и светлые фигуры обозначают активные и пассивные цилиндры соответственно, при нормальном и растянутом порядке работы.

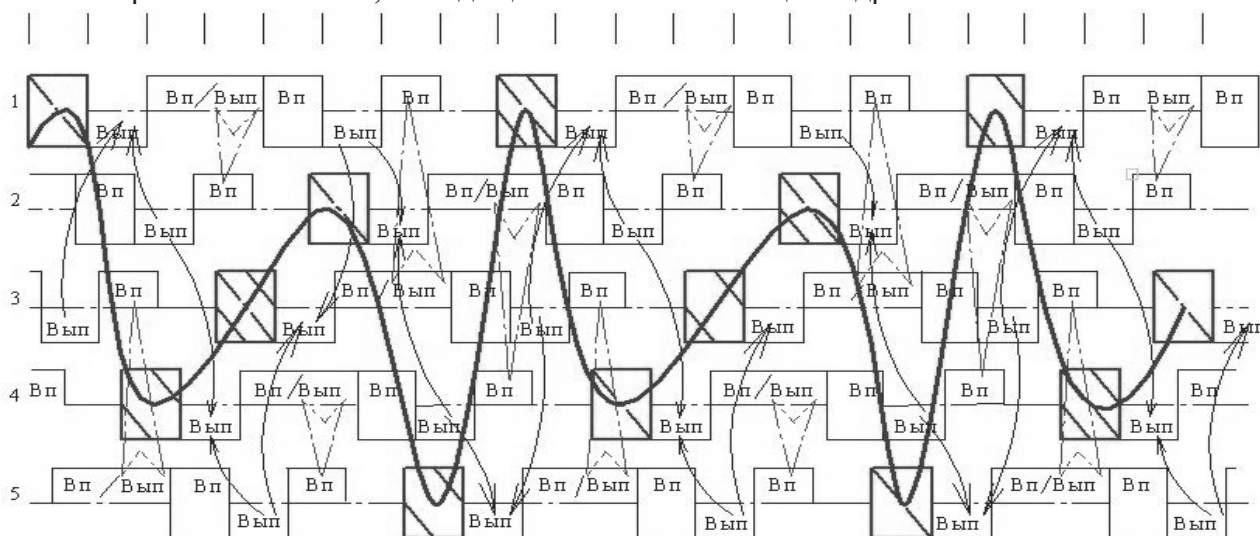
Рисунок 2. Схемы формирования порядка работы цилиндров пятицилиндрового четырехтактного ДВС при ДИМ

В случае реализации ГРМ с электрогидравлическими приводами или использованием вместо традиционных клапанов поворотных распределительных элементов, например типа «шаровой кран», возникает возможность значительно снизить нагрузки на «активные» цилиндры с одновременным улучшением процесса функционирования ДВС в целом (рисунок 3).

Так, если после такта впуска в «пассивном» цилиндре впускной клапан оставить в открытом состоянии, то такт сжатия как таковой будет проходить при значительном снижении нагрузки, а выходящий из цилиндра воздух будет создавать подпор давления во впускном коллекторе, что благоприятно будет сказываться на наполняемости «активного» цилиндра на такте впуска.

Если на третьем такте «пассивного» цилиндра (мнимый рабочий ход) впускной клапан оставить в открытом состоянии для наполнения цилиндра чистым воздухом и на четвертом

такте (выпуска) выпустить его через выпускной клапан в выпускной коллектор при закрытом впускном клапане, то в этом случае происходит снижение концентрации вредных веществ в составе отработавших газов, выходящих из «активного» цилиндра.



Примечания:

- стробы соответствуют 180 градусам поворота коленчатого вала;
- порядок работы цилиндров при ДИМ 50 % мощности - 1-0-4-0-3-0-2-0-5-0;
- стрелки прямой конфигурации показывают реализацию подпора воздуха в активные цилиндры при открытых впускных клапанах в пассивных цилиндрах;
- выпуск воздуха из пассивных цилиндров через выпускные клапаны в выпускной тракт снижает концентрацию вредных веществ в составе отработавших газов.

Рисунок 3. Алгоритм реализации ДИМ для четырехтактного рядного пятицилиндрового ДВС при 50 % мощности с управляемым ГРМ

При реализации предлагаемой методики применительно к рядному пятицилиндровому четырехтактному ДВС при его переходе на ДИМ с отбором 50%-в мощности с алгоритмом, представленным на рисунке 3, на каждый такт впуска «активного» цилиндра приходится один такт выхода чистого воздуха во впускной коллектор «пассивного» цилиндра. Аналогично на каждый выпуск ОГ «активного» цилиндра приходится один выпуск чистого воздуха из «пассивного» цилиндра.

При переходе на ДИМ с отбором 33 %-й мощности на каждый такт впуска «активного» цилиндра приходится два такта выхода чистого воздуха во впускной коллектор «пассивных» цилиндров. Аналогично на каждый выпуск ОГ «активного» цилиндра приходится два выпуска чистого воздуха из «пассивных» цилиндров. При этом начало первого такта выхода чистого воздуха из «пассивного» цилиндра и окончание второго такта значительно перекрывают начало и окончание фазы впуска «активного» цилиндра, что позволяет обеспечить равномерность подпора воздуха во впускном коллекторе, а следовательно, наполняемость «активного» цилиндра.

При переходе на ДИМ с отбором 15 % мощности на каждый такт впуска «активного» цилиндра приходится четыре такта выхода чистого воздуха во впускной коллектор «пассивных» цилиндров. На каждый выпуск ОГ «активного» цилиндра приходится два выпуска чистого воздуха из «пассивных» цилиндров. Данный алгоритм приемлем и может быть применим на всех существующих двигателях внутреннего сгорания.

Таким образом, переход двигателя на дискретное изменение мощности в различных условиях эксплуатации с реализацией управляемого газораспределительного механизма как по значению фаз и их длительности, так и по состоянию «открыт-закрыт» позволит повысить эффективность работы ДВС в режиме ДИМ за счет улучшения наполняемости «активных» цилиндров вследствие повышения давления во впускном коллекторе, а также снизить концентрацию вредных веществ в составе отработавших газов.

Процесс формирования крутящего момента в гибридных или комбинированных силовых агрегатах работающих по последовательной, параллельной или смешанной схеме должен обеспечиваться каждым из элементов схемы и каждый из элементов должен быть в го-

товности мгновенно включиться в работу.

Готовность ДВС заключается в постоянстве его теплового режима на уровне предварительного или окончательного прогрева. Эта готовность достигается постоянством работы ДВС в любом из режимов формирования крутящего момента или при работе ДВС на холостом ходу.

В процессе запуска и прогрева ДВС его работа происходит в обычном режиме с нормальным порядком работы двигателя. При достижении значения температуры охлаждающей жидкости, соответствующей предварительному прогреву (40-60° С), ДВС может быть переведен в режим ДИМ за счет организации растянутого порядка работы его цилиндров с отбором 15-20 % мощности в зависимости от типа двигателя. При этом может продолжаться дальнейший прогрев в режиме ДИМ или привод генератора для подзарядки тяговых накопителей энергии, или движение транспортного средства и работа силового агрегата по последовательной, параллельной или смешанной схеме и работа ДВС в обычном режиме.

Формирование крутящего момента от тягового электродвигателя (интегрированного мотор-генератора (ИМГ)) предполагает работу ДВС в режиме ДИМ со значением мощности (крутящего момента), равной затратам на преодоление трения (момент сопротивления).

При необходимости увеличения тягового усилия на колесах ДВС мгновенно включается в формирование крутящего момента в буферном режиме с тяговым электродвигателем (рисунок 4).

Комбинированные силовые агрегаты, работающие по параллельной или смешанной схеме, несколько отличаются алгоритмом формирования крутящего момента, но варианты работы ДВС в различных режимах идентичны (рисунок 5).

В гибридных силовых установках при свободной установке ротора ИМГ на коленчатом валу ДВС и его соединения с основным маховиком посредством фрикционной связи он выполняет функцию инерционного маховика. Это позволяет перевести двигатель в режим «стоп-старт» на запрещающем сигнале светофора или ожидании разрешающего сигнала на железнодорожном переезде. Возможен также переход на ДИМ с 20 %-м значением мощности в режиме холостого хода при параллельном формировании крутящего момента. Для гашения крутильных колебаний коленчатого вала интегрированный мотор-генератор между активными рабочими ходами используется как электродвигатель, а на такте расширения переходит в режим генератора.

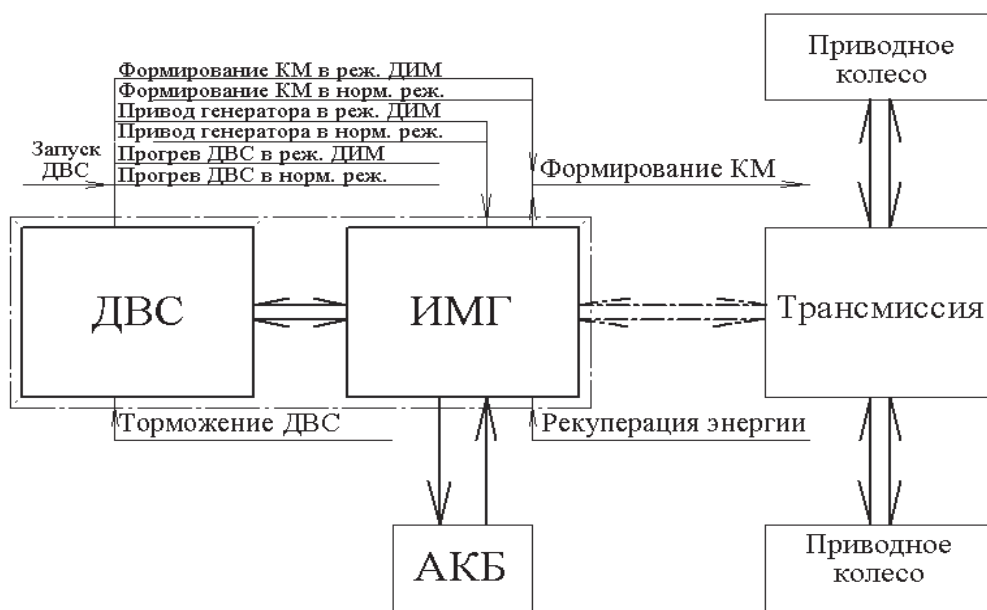


Рисунок 4. Режимы работы ДВС и схема формирования крутящего момента в гибридных силовых агрегатах

Для запуска двигателя в данном случае целесообразно использовать кинетическую энергию вращающейся дополнительной инерционной массы (ротора ИМГ), свободно уста-

новленную параллельно основному маховику с возможностью соединения с последним при помощи фрикционной связи.

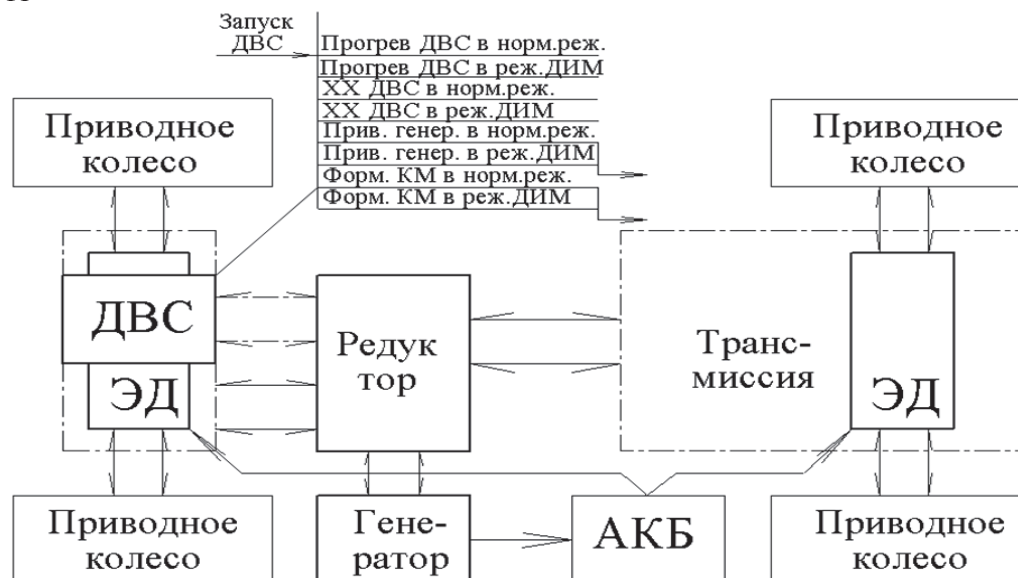


Рисунок 5. Режимы работы ДВС и схема формирования крутящего момента в комбинированных силовых агрегатах

При подъезде к перекрестку дополнительная инерционная масса вращается вместе с основным маховиком (маховиками). При остановке подается сигнал от автоматизированной системы управления (АСУ), по которому отсоединяется дополнительная инерционная масса и останавливается двигатель. Дополнительная инерционная масса продолжает вращаться, и при необходимости пуска двигателя от АСУ подается сигнал на подключение дополнительной инерционной массы к основному маховику, и за счет запасенной кинетической энергии осуществляется проворот коленчатого вала и запуск двигателя. При длительной остановке при заторах, пробках, на железнодорожных переездах возможно снижение частоты вращения дополнительной инерционной массы до критической частоты, при которой еще возможен запуск. При этом от АСУ поступает сигнал на запуск двигателя, который раскручивает дополнительную инерционную массу до определенной частоты и выключается. Далее при необходимости процесс запуска и остановки двигателя может повторяться в автоматическом режиме. Раскрутку дополнительной инерционной массы (ротора ИМГ) может осуществлять и аккумулятор. Энергия, отдаваемая аккумулятором при раскрутке маховика, сравнима с энергией запуска стартера, а отдаваемая мощность значительно меньше.

Управление дополнительной инерционной массой осуществляется АСУ с использованием датчиков частоты вращения основного маховика и дополнительной инерционной массы. Водитель только подает команду, а АСУ выполняет ее в оптимальном варианте. Запуск двигателя и начало движения на разрешающий сигнал светофора осуществляется при нажатии водителем на педаль акселератора, которая связана с датчиком АСУ в любой момент времени при любой частоте вращения дополнительного маховика. В этом случае роль стартера при запуске ДВС может взять на себя также и ИМГ, а электродвигатель осуществить подкрутку ДВС при их работе в буферном режиме, т. е. в этом случае силовая установка становится гибридной, что позволит значительно снизить вредные выбросы при разгоне, а при торможении на запрещающий сигнал светофора ИМГ может быть использован в качестве генератора при рекуперации кинетической энергии движущихся масс транспортного средства.

При расчете дополнительной инерционной массы применительно к двигателю ЗМЗ 405 получены следующие результаты.

Составим дифференциальное уравнение вращательного движения маховика:

$$I\dot{\omega} = -M_{mp} - M_e.$$

Зависимости для определения потерь на трение (Гулиа Н. В., 1976 г.), Н·см:

$$M_{mp} = 0,5 m \cdot gfd,$$

где: m - вес маховика, Н;

$f = 0,002$ – приведенный коэффициент трения;

d - диаметр вала под подшипники, см;

M_e - момент вентиляторных потерь, Н·см:

$$M_e = 1,61 \cdot 10^{-12} \cdot n^{1,7} \cdot p^{0,7} (1 + 4,4L/D) \cdot D^{4,4},$$

где: n - частота вращения дополнительного маховика, мин⁻¹;

$\omega = \pi n / 30$ - угловая скорость, рад/с;

p - давление среды в долях от атмосферного;

L - ширина маховика, см;

D - диаметр маховика, см.

При массе дополнительного маховика $m = 35$ кг и моменте инерции $I = 0,345$ кгм² получаем дифференциальное уравнение:

$$\frac{d}{dt} \omega(t) = -1,79 \cdot 10^5 \cdot \omega(t)^{1,7} - 3,48 \cdot 10^2.$$

Решая это уравнение методом Рунге – Кутты, получаем, что частота вращения дополнительной инерционной массы, при которой возможен уверенный запуск двигателя, $n_0 = 930$ об/мин, время свободного вращения дополнительной инерционной массы от начального числа оборотов $n_0 = 1300$ об/мин составит 400 с.

Используя различные компоновочные решения с применением к реальным двигателям, можно получить оптимальные параметры дополнительной инерционной массы для осуществления функции запуска двигателя.

Кроме функции запуска двигателя, дополнительная инерционная масса может использоваться для более уверенного и плавного процесса трогания с места, так как увеличение момента инерции двигателя за счет подключения дополнительной инерционной массы повышает кинетическую энергию вращающихся деталей двигателя, которая тратится на осуществление процесса трогания автомобиля. Применение данной идеи на существующих двигателях затруднено из-за нарушения компоновки двигателя и трансмиссии, но вполне реально на вновь проектируемых двигателях нетрадиционных конструктивно-компоновочных схем.

Выводы

Эффект от использования предлагаемого технического решения состоит в том, что увеличивается производительность двигателя за счет уменьшения времени выхода на режим при переходе на полную мощность, повышаются экономические и экологические показатели, а также повышается надежность двигателя за счет исключения дополнительных механизмов.

Уменьшение времени выхода на режим при переходе на полную мощность происходит за счет того, что тепловой режим процесса функционирования стабилизирован, это же обуславливает высокие экономические и экологические показатели.

Надежность функционирования повышается за счет того, что данное техническое решение обеспечивает гарантированное включение в работу двигателя в любом из режимов отбора мощности, а также равномерный износ деталей цилиндропоршневой группы.

Разработанный способ дискретного изменения мощности двигателей внутреннего сгорания является перспективным техническим решением, направленным на повышение экономических и экологических показателей, а его реализация - актуальной практической задачей.

Предложенная методика перехода от нормального порядка работы двигателя на «растянутый» порядок работы является работоспособной и обеспечивающей устойчивую работу ДВС в самых неблагоприятных условиях, когда на каждый «активный» цилиндр приходится несколько «пассивных».

Разработанные способ и методика могут быть успешно реализованы на двигателях с более благоприятным сочетанием «активных» и «пассивных» цилиндров без изменения принципа работы газораспределительного механизма или с управляемыми фазами газорас-

пределения и открывающимися впускными и выпускными клапанами с целью снижения насосных потерь, что приведет к повышению экономичности на режимах незначительных нагрузок и режиме холостого хода.

Рекомендуется дальнейшее проведение исследований по предлагаемому способу с целью углубленного изучения процессов, протекающих в двигателе внутреннего сгорания при реализации ДИМ.

Литература

1. Пат. РФ № 2380562, МПК F02D 17/02. Способ дискретного изменения мощности ДВС / Грабовский А.А. – № 2008104241; заявл. 04.02.2008; опубл. 27.02.2010. Бюл. № 3.
2. Грабовский А.А. Дискретное изменение мощности двигателей внутреннего сгорания / А.А. Грабовский // Известия МГТУ «МАМИ». – 2009. – № 2 (8). – 317 с.
3. Пат. РФ № 2146010, МПК 7 F 02B 61/06, В 60K 5/06. Двигатель внутреннего сгорания / Грабовский А.А. – № 97119891; заявл. 03.12.1997; опубл. 27.02.2000. Бюл. № 6.
4. Пат. РФ № 2473818, МПК F02B 75/32. Способ дискретного изменения мощности ДВС /Грабовский А.А. Заявка № 2010146522 Приор. 15.11.10 г. Опубл. 27. 01. 13 г. Бюл. № 3.

Оценка эффективности функционирования ДВС по показателю качества функционирования системы

к.т.н. доц. Грабовский А.А.
Пензенский государственный университет
8 927 360 71 92 algra888@yandex.ru

Аннотация. Представлена методика оценки качества функционирования двигателей внутреннего сгорания как составной части сложной антропотехнической системы. Рассчитан коэффициент запаса системы, определены численные значения уровня качества системы в целом и ее подсистем. Сделаны выводы о необходимости совершенствования двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, шасси, кузов, дорога, внешняя среда, коэффициент запаса, качество функционирования, техническая система, эффективная мощность, момент

Одним из основных противоречий, имеющих глубокие философские корни, является противоречие между потребностью и возможностью. Появление качественной потребности, удовлетворять которую можно и необходимо посредством того или иного способа, порождает новый функциональный класс соответствующих систем, в том числе и технических. Однако число таких задач сравнительно невелико. Гораздо более частый случай – количественный рост общественных потребностей. При этом сначала возникает количественная диспропорция между потребностью и возможностью ее удовлетворения, которая поначалу устраняется за счет соответствующего количественного изменения параметров известной технической системы. Ярким тому примером является возникновение и становление транспортных средств (ТС), например автомобиля, а также дальнейшее их развитие.

Цель создания и применения автомобиля как технической системы определяется его главной полезной функцией, выделяющейся в его способности преодолевать значительные расстояния с определенной скоростью с целью перевозки пассажиров и грузов.

Автомобиль как техническую систему можно определить как искусственно созданное материальное единство взаимосвязанных элементов, имеющее целью своего функционирования выполнять определенные задачи по грузопассажирским перевозкам.

Элементы, образующие систему, – это относительно неделимые части целого в пределах сохранения определенного данного качества системы, что зависит в первую очередь от масштаба рассматриваемой системы.

Рассматривая автомобиль как техническую систему, характеризующуюся главной полезной функцией, можно выделить три основных подсистемы (рисунок 1), каждая из которых обладает множеством различных свойств, совокупность которых определяет уровень