

4. Фалькевич, Б. С. Теория, конструирование и расчет автомобиля. / Б. С. Фалькевич. – М.: Машгиз, 1963. – 239 с.

Представлено 23.05.2022

УДК 629.33.02

**АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ПЕРЕДАЧ
В ТРАНСМИССИИ С ЦЕНТРАЛЬНОЙ
СИНХРОНИЗАЦИЕЙ И МОТОРНЫМ ТОРМОЗОМ**

**ALGORITHMIZATION OF GEAR SHIFTING
IN THE TRANSMISSION OF A CAR WITH CENTRAL
SYNCHRONIZATION AND A MOTOR BRAKE**

О. С. Руктешель, д-р техн. наук, проф.,

В. А. Кусяк, канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

O. Rukteshel, Doctor of technical Sciences, Professor,

V. Kusjak, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

Belarusian National Technical University,

Minsk, Belarus

В статье описана структура алгоритмов переключения передач. Раскрыт смысл центральной синхронизации и указана последовательность операций, приводящих к её реализации.

Использование центральной синхронизации позволяет снизить вес, стоимость и размеры механической ступенчатой коробки передач. Доказывается, что неотъемлемым условием работы коробки передач с центральной синхронизацией при переключении на смежную высшую ступень является использование моторного тормоза.

The article describes the structure of gearshift algorithms. The meaning of central synchronization is revealed and the sequence of operations leading to its implementation is indicated.

The use of central synchronization allows you to reduce the weight, cost and size of a manual step gearbox. It is proved that an essential

condition for the operation of a gearbox with central synchronization when switching to an adjacent higher stage is the use of a motor brake.

Ключевые слова: коробка передач, алгоритм переключения, центральная синхронизация, моторный тормоз.

Keywords: gearbox, switching algorithm, central synchronization, motor brake.

ВВЕДЕНИЕ

Под алгоритмами переключения передач понимается последовательность операций, выполняемых САУ в момент переключения.

Алгоритмы процесса переключения передач оказывают влияние на нагруженность узлов силового агрегата, динамику и плавность хода автомобиля.

Структуры алгоритма переключения различают по принципу организации алгоритма, количеству операций управления, последовательности их выполнения, по условиям перехода между операциями, количеству и виду узлов САПП, реализующих эти операции.

По принципу организации алгоритмы переключения классифицируют на алгоритмы индивидуальной и центральной синхронизации, а также комбинированные, сочетающие в себе свойства обоих указанных принципов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Количество и вид узлов САПП, участвующих в процессе переключения передач, определяются как принципом организации алгоритма, так и типом трансмиссии транспортной машины. В общем случае этими узлами являются двигатель, моторный тормоз, сцепление, элементы коробки передач (зубчатые муфты, синхронизаторы) и их исполнительные механизмы.

Под операциями управления понимаются воздействия, направленные на включение-выключение вышеперечисленных узлов, синхронизацию угловых скоростей или ускорений их элементов и реализация данных воздействий.

К параметрам алгоритма переключения передач относят интервалы смещения во времени сигналов управляющего блока САПП, определяющих начало параллельно выполняемых операций (например, управление двигателем и сцеплением; двигателем, моторным тормозом и коробкой передач и т. п.); время, темп включения (вы-

ключения) и характер нарастания (падения) нажимного усилия в силовых цилиндрах исполнительных механизмов, а также значения относительных угловых скоростей и ускорений элементов коробки передач или сцепления, синхронизируемых в процессе переключения передач. Достижение последних является сигналом к выполнению последующих операций.

Условиями перехода между операциями являются заданные состояния управляемых узлов САПП, достижение которых служит сигналом к началу выполнения очередной операции или группы операций. Например, частичное или полное включение сцепления, моторного тормоза, достижение синхронизируемыми элементами сцепления, либо коробки передач заданных значений относительных угловых скоростей и (или) ускорений.

В общем случае синхронизатор коробки передач – это механизм, предназначенный для выравнивания угловых скоростей вала коробки передач и включаемой шестерни, который позволяет сделать процесс переключения передач плавным и бесшумным.

В коробках передач современных грузовых автомобилей наибольшее распространение получили инерционные синхронизаторы. Однако, в качестве синхронизатора в КП может быть также использован и двигатель внутреннего сгорания, т. е. выравнивание угловых скоростей вала коробки передач и включаемой шестерни может быть достигнуто путем увеличения или уменьшения (в зависимости от того включается низшая или высшая передача) угловой скорости этого вала при наличии его связи с коленчатым валом двигателя. Такой вид синхронизации называют центральным.

Алгоритм переключения передач в случае центральной синхронизации представляет собой следующую последовательность операций: управление двигателем с одновременным выключением сцепления – выключение предыдущей передачи – частичное или полное включение сцепления – синхронизация угловых скоростей включаемых элементов КП с помощью управления двигателем (имоторным тормозом при переключении на высшую передачу) – включение последующей передачи (и прекращение управление моторным тормозом, если это необходимо), полное включение сцепления и управление двигателем.

Использование центральной синхронизации позволяет отказаться от синхронизаторов в коробке передач и тем самым уменьшить

вес, стоимость и габаритные размеры механической коробки, а также увеличить ее надежность, т. к. часто причиной отказа в работе КП является выход из строя какого-либо из ее синхронизаторов.

В зависимости от направления переключения распределение операций по узлам силового агрегата автомобиля производится различным образом.

При переключении на высшую передачу, с целью ускорения синхронизации угловых скоростей включаемых элементов КП, прекращается подача топлива в двигатель и включается моторный тормоз, т.е. перекрывается выпускной коллектор, в результате чего создается противодействие выходу отработавших газов, что приводит к интенсивному снижению угловой скорости коленчатого вала двигателя и связанных с ним элементов силового агрегата. При переключении на низшую передачу для достижения аналогичной цели требуется увеличить подачу топлива, чтобы повысить угловую скорость коленчатого вала двигателя. Пусть закон переключения передач рассматривается как функция от загрузки двигателя и частоты вращения его коленчатого вала, и заключается в том, что САУ включает высшую передачу в КП при достижении коленчатым валом двигателя силового агрегата автомобиля максимальных оборотов, что соответствует максимальной мощности $P_{e\ max}$, а низшую – при достижении двигателем максимального крутящего момента $M_{e\ max}$, т. е. при оборотах n_M (см. рисунок 1, а).

Необходимость использования моторного тормоза при переключении на высшую передачу можно пояснить на следующем примере (рисунок 1).

На рисунке приняты обозначения: $n_{e\ min}$, n_M , n_p и $n_{e\ max}$ – частоты вращения коленчатого вала двигателя соответственно при минимальных оборотах, оборотах при максимальном крутящем моменте, оборотах при максимальной мощности и максимальные;

$M_{e\ max}$ и $P_{e\ max}$ – соответственно максимальные значения крутящего момента двигателя и мощности;

F_{ki} – значение силы тяги на ведущих колесах автомобиля на i -ой передаче, где i изменяется от I до IV;

F_f и F_B – силы сопротивления качению и воздуха движению автомобиля;

$V_{a\ min}$ и $V_{a\ max}$ – минимальная и максимальная скорости движения автомобиля.

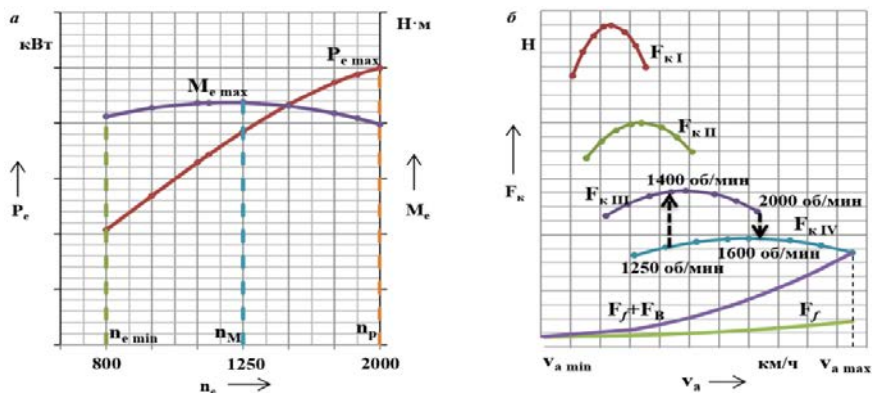


Рисунок 1 – К вопросу об использовании моторного тормоза в силовом агрегате автомобиля с автоматизированной КП
 а – внешняя скоростная характеристика двигателя,
 б – тяговая характеристика автомобиля.

Из рисунка 1, б следует, что при переключении на смежную высшую передачу (допустим осуществляется переключение с III на IV передачу) для того, чтобы добиться требуемой синхронизации включаемых элементов коробки передач, обороты коленчатого вала двигателя следует снизить с $n_{III} = n_{e \max} = n_P$ 2000 об/мин до $n_{IV} = 1600$ об/мин, а при переключении на смежную низшую передачу (переключение с IV на III передачу) – увеличить обороты коленчатого вала с $n_{IV} = n_M = 1200$ об/мин до $n_{III} = 1400$ об/мин.

Как показывают результаты испытаний [1], интенсивность снижения оборотов коленчатого вала двигателя при включении моторного тормоза увеличивается в 6 раз по сравнению со «свободным» торможением двигателя (т. е. торможением двигателя в результате уменьшения до нуля величины подачи топлива), и составляет 105 рад/с^2 .

Весь процесс переключения при этом составляет около 0,5 с. Для сравнения, аналогичный процесс в механической КП с ручным управлением происходит за 0,80–1,20 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать вывод, что при автоматизации процесса переключения передач в трансмиссии транспортного

средства с механической коробкой, целесообразно использовать центральную синхронизацию включаемых элементов, а также моторный тормоз при включении смежной высшей передачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кусяк, В. А. Проектирование автоматизированных мехатронных систем управления силовым агрегатом грузовых автомобилей и автопоездов / В. А. Кусяк, О. С. Руктешель. – Минск: БНТУ, 2015. – 296 с.

Представлено 20.04.2022

УДК 629.33-025.13(06)

ОЦЕНКА БЕЗОТКАЗНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

RELIABILITY CALCULATION OF ELECTRONIC DEVICES OF THE AUTOMOBILE WHEN DESIGNING

Дыко Г. А., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
H. Dyko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Рассмотрены подходы и модели для вероятностной оценки показателей безотказности электронных устройств автомобилей при проектировании. Приведен пример расчета показателей безотказности конкретного устройства.

Approaches and models for probabilistic estimation reliability indicators of electronic devices of cars. An example of calculating the reliability indicators of a particular device during design is given.

Ключевые слова: Безотказность, электронное устройство, автомобиль, проектирование, вероятностная оценка показателей.

Keywords: Reliability, electronic device, car, design, probabilistic estimation of indicators.