

Увеличение числа ИП может привести к возрастанию средней скорости движения автомобиля, уменьшению числа переключений передач и времени движения с разрывом потока мощности в трансмиссии. В результате увеличивается производительность автомобилей и уменьшается их число для выполнения заданного объема перевозок.

В то же время увеличение ИП приводит к возрастанию первоначальной стоимости САУ силовым агрегатом автомобиля и всего автомобиля.

Совокупность ИП является оптимальной, если САУ силовым агрегатом обеспечивает в типичных условиях эксплуатации автомобиля минимальные народнохозяйственные затраты на осуществление в заданный срок заданного объема перевозок. Из этого и следует исходить при выборе ИП.

Использование микропроцессора или мини-ЭВМ в качестве управляющего блока САУ силовым агрегатом автомобиля позволяет сократить число ИП, не снижая общей информативности системы. Это вызвано тем, что такие параметры, как скорость автомобиля или угловую скорость вторичного вала коробки передач, можно рассчитать, зная угловую скорость коленчатого вала двигателя. Ускорение коленчатого вала двигателя и автомобиля определяется дифференцированием соответствующих переменных.

УДК 629.114.2-585

А.А.ЦЕРЕНЯ (БПИ)

СИНХРОНИЗИРОВАННАЯ КОРОБКА ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРА КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

В тракторостроении наряду с фрикционными муфтами для управления коробками передач (КП) стали широко применяться синхронизаторы. Синхронизаторы проще фрикционов, не требуют подвода масла к бустерам. Вместе с тем на транспортных работах, которые для колесного трактора составляют 60 % всего времени его работы, синхронизаторы обеспечивают бесшумное переключение передач на ходу. Для тракторов МТЗ синхронизированная коробка передач выпускается с шестнадцатью передачами вперед и восемью назад. Управление КП осуществляется двумя рычагами, которые при переключении совершают сложные перемещения в пространстве. Рычаги являются источниками шума. Поэтому вопрос совершенствования управления синхронизированной КП приобретает актуальное значение.

Управление коробкой передач может осуществляться при помощи исполнительных механизмов с параллельным расположением гидроцилиндров. Каждый шток имеет индивидуальный гидроцилиндр двойного действия.

Для управления коробками передач применяют также исполнительные механизмы с перекрестным расположением силовых цилиндров [1, 2]. Принцип работы этого механизма следующий. Он имеет два гидроцилиндра: избирающий передачи и переключающий их. Для перемещения избирающего поршня в ту или другую сторону на расстояние, соответствующее выбранной передаче, срабатывает золотниковый клапан, управляемый электромагнитом. Это спо-

собствует соединению канала со сливом на уровне выбранного положения штока. Двусторонний клапан поддерживает давление в полости противоположного конца цилиндра таким образом, что поршень перемещается по направлению к каналу до тех пор, пока не перекроет выпускной канал. В результате давление, передаваемое через двусторонний клапан, выравняется, и поршень фиксируется в выбранном положении. Аналогично устроен и гидродвигатель переключения передач.

Предложено также устройство управления синхронизированной коробкой передач трактора [3], механизм которого показан на рис. 1. Условно он назван механизмом с общей траверсой. Каждый из штоков 1 может соединяться с траверсой 2 при включении электромагнита 3, взаимодействующего с фиксатором 8. При отключении электромагнита 3 фиксатор 8 отсоединяет траверсу 2 от штока 1 с помощью пружины 7.

Коробка передач тракторов МТЗ является коробкой передач с переменным числом степеней свободы и содержит пять штоков включения передач и направления движения. Поэтому и алгоритм управления таким объектом достаточно сложен.

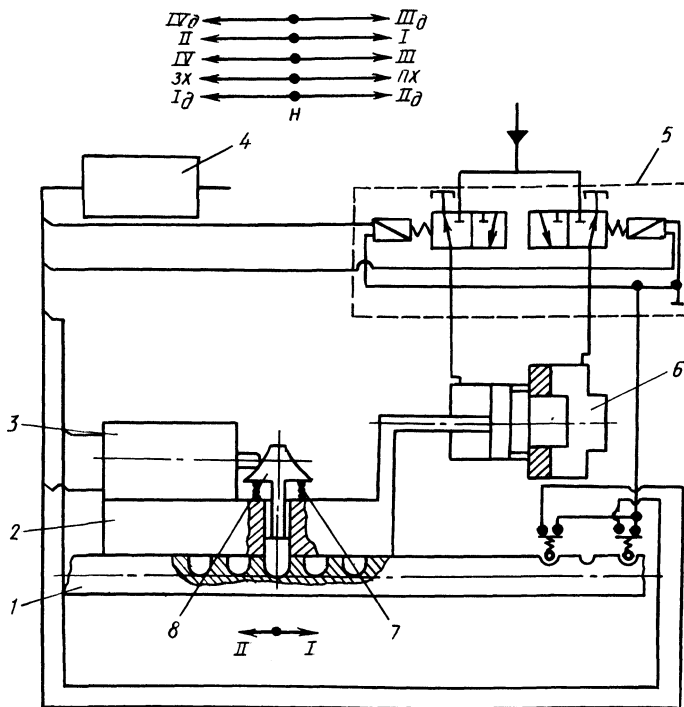


Рис. 1. Механизм управления синхронизированной коробкой передач трактора: 1 – шток; 2 – траверса; 3 – электромагнит; 4 – фиксатор; 5 – пружина; 6 – электронный блок; 7 – золотниковая коробка; 8 – силовой цилиндр. I, II, III, IV – номера основных передач; PX, ZX – направление движения; I_д, II_д, III_д, IV_д – номера диапазонов; H – нейтраль.

Благодаря логической схеме алгоритма (ЛСА) производится сравнение исполнительных механизмов синхронизированной КП трактора МТЗ, т.е. формализуются анализ и синтез механизма управления по алгоритму переключения передач [4].

Для сравнения схем механизмов управления достаточно рассмотреть переключение передач вверх на втором и третьем диапазонах, начиная с нейтрали. Все переключения внутри первого и четвертого диапазонов аналогичны рассматриваемым. Переключение с передачи на передачу осуществляется последовательно. После выполнения команды электромагниты обесточиваются. Рассмотрим ЛСА для каждого из механизмов.

1. Исполнительный механизм с параллельным расположением цилиндров

Операторы: A_1, A_2, A_3, A_4 – включения основных передач внутри диапазона;

$\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3, \mathcal{E}_4$ – включения электромагнитов основных передач;

$\mathcal{E}_{11}, \mathcal{E}_{21}, \mathcal{E}_{31}, \mathcal{E}_{41}$ – включения электромагнитов первого, второго, третьего и четвертого диапазонов;

$\mathcal{E}_{\text{пх}}, \mathcal{E}_{\text{зх}}$ – включения электромагнитов направления;

Z_i – срабатывания соответствующего золотника;

C_1 – срабатывания силового цилиндра штока I–II; C_2 – III–IV; C_3 – ЗХ–ПХ; C_4 – I_д–II_д; C_5 – III_д–IV_д.

Временное условие τ

Для второго диапазона ЛСА имеют следующий вид:

$$A_1 \mathcal{E}_{\text{пх}} \tau Z_{\text{пх}} \tau C_3 \mathcal{E}_{21} \tau Z_{21} \tau C_4 \mathcal{E}_1 \tau Z_1 \tau C_1;$$

$$A_2 \mathcal{E}_2 \tau Z_2 \tau C_1; \tag{1}$$

$$A_3 (\mathcal{E}_1 \tau Z_1 \tau + \mathcal{E}_2 \tau Z_2 \tau) C_1 \mathcal{E}_3 \tau Z_3 \tau C_2; \tag{2}$$

$$A_4 \mathcal{E}_4 \tau Z_4 \tau C_2. \tag{3}$$

Для третьего диапазона ЛСА запишется таким образом:

$$A_1 (\mathcal{E}_3 \tau Z_3 \tau + \mathcal{E}_4 \tau Z_4 \tau) C_2 (\mathcal{E}_{11} \tau Z_{11} \tau + \mathcal{E}_{21} \tau Z_{21} \tau) C_4 (\mathcal{E}_{\text{пх}} \tau Z_{\text{пх}} \tau + \mathcal{E}_{\text{зх}} \tau Z_{\text{зх}} \tau) C_3 \mathcal{E}_{31} \tau Z_{31} \tau C_5 \mathcal{E}_1 \tau Z_1 \tau C_1.$$

Для переключения на 2-ю–4-ю передачи ЛСА преобразуются к виду (1)–(3).

2. Исполнительный механизм с перекрестным расположением гидроцилиндров

Операторы: \mathcal{E}_1 – включения избирающего электромагнита штока I–II, \mathcal{E}_2 – III–IV, $\mathcal{E}_{\text{пз}}$ – ПХ–ЗХ, \mathcal{E}_{1-2} – I_д–II_д, \mathcal{E}_{3-4} – III_д–IV_д;

Z_i – срабатывание соответствующего золотника;

\mathcal{E}_{22} – включения электромагнита I_д, ЗХ, IV, II, IV_д;

\mathcal{E}_{12} – включения электромагнита III_д, I, III, ПХ, II_д;

\mathcal{E}_H — включения электромагнита нейтрали Н;

\mathcal{E}_{H_1} — включение электромагнита, устанавливающего избирательный поршень в положение, которое соответствует разъединенному состоянию штока избирательного поршня со штоками переключения передач;

C_1 — срабатывания избирательного гидроцилиндра;

C_2 — срабатывания переключающего гидроцилиндра.

Для второго диапазона ЛСА:

$$A_1 \mathcal{E}_{пз} \tau \mathcal{Z}_{пз} \tau C_1 \mathcal{E}_{12} \tau \mathcal{Z}_{12} \tau C_2 \mathcal{E}_{H_1} \tau \mathcal{Z}_{H_1} \tau C_1 \mathcal{E}_H \tau \mathcal{Z}_H \tau C_2 \mathcal{E}_{1-2} \tau \mathcal{Z}_{1-2} \tau C_1 \mathcal{E}_{12} \tau \mathcal{Z}_{12} \tau C_2 \rightarrow \\ \rightarrow \mathcal{E}_{H_1} \tau \mathcal{Z}_{H_1} \tau C_1 \mathcal{E}_H \tau \mathcal{Z}_H \tau C_2 \mathcal{E}_1 \tau \mathcal{Z}_1 \tau C_1 \mathcal{E}_{12} \tau \mathcal{Z}_{12} \tau C_2 ;$$

$$A_2 \mathcal{E}_{22} \tau \mathcal{Z}_{22} \tau C_2 ; \quad (4)$$

$$A_3 \mathcal{E}_H \tau \mathcal{Z}_H \tau C_2 \mathcal{E}_{H_1} \tau \mathcal{Z}_{H_1} \tau C_1 \mathcal{E}_2 \tau \mathcal{Z}_2 \tau C_1 \mathcal{E}_{12} \tau \mathcal{Z}_{12} \tau C_2 ; \quad (5)$$

$$A_4 \mathcal{E}_{22} \tau \mathcal{Z}_{22} \tau C_2 . \quad (6)$$

Для третьего диапазона ЛСА

$$A_1 \mathcal{E}_H \tau \mathcal{Z}_H \tau C_2 \mathcal{E}_{12} \tau \mathcal{Z}_{12} \tau C_2 \mathcal{E}_{пз} \tau \mathcal{Z}_{пз} \tau C_1 \mathcal{E}_H \tau \mathcal{Z}_H \tau C_2 \mathcal{E}_{H_1} \tau \mathcal{Z}_{H_1} \tau C_1 \mathcal{E}_{22} \tau \mathcal{Z}_{22} \tau C_2 \rightarrow \\ \rightarrow \mathcal{E}_{1-2} \tau \mathcal{Z}_{1-2} \tau C_1 \mathcal{E}_H \tau \mathcal{Z}_H \tau C_2 \mathcal{E}_{3-4} \tau \mathcal{Z}_{3-4} \tau C_1 \mathcal{E}_{12} \tau \mathcal{Z}_{12} \tau C_2 \mathcal{E}_{H_1} \tau \mathcal{Z}_{H_1} \tau C_1 \mathcal{E}_H \rightarrow \\ \rightarrow \tau \mathcal{Z}_H \tau C_2 \mathcal{E}_1 \tau \mathcal{Z}_1 \tau C_1 \mathcal{E}_{12} \tau \mathcal{Z}_{12} \tau C_2 .$$

Для переключений на 2-ю—4-ю передачи ЛСА приводятся к виду (4)–(6)

3. Исполнительный механизм с общей траверсой

Операторы: \mathcal{E}_{41} — включения электромагнита соединения с траверсой штока IV_д—III_д; \mathcal{E}_1 — I—II; \mathcal{E}_2 — III—IV; $\mathcal{E}_{пз}$ — ПХ—ЗХ, \mathcal{E}_{31} — I_д—II_д; \mathcal{E}_3 — включения электромагнита в сторону IV_д, II, IV, ЗХ, I_д;

\mathcal{E}_4 — в сторону III_д, I, III, ПХ, II_д;

\mathcal{Z}_i — срабатывания соответствующего золотника;

C — срабатывания гидроцилиндра.

Для второго диапазона ЛСА выражаются следующим образом:

$$A_1 (\mathcal{E}_{пз} \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C (\mathcal{E}_3 \tau \mathcal{Z}_3 \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C (\mathcal{E}_{31} \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C (\mathcal{E}_3 \tau \mathcal{Z}_3 \tau + \\ + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C (\mathcal{E}_1 \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C ;$$

$$A_2 (\mathcal{E}_1 \tau + \mathcal{E}_3 \tau \mathcal{Z}_3 \tau) C ; \quad (7)$$

$$A_3 (\mathcal{E}_1 \tau + \mathcal{E}_3 \tau \mathcal{Z}_3 \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C (\mathcal{E}_2 \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_3 \tau) C ; \quad (8)$$

$$A_4 (\mathcal{E}_2 \tau + \mathcal{E}_3 \tau \mathcal{Z}_3 \tau) C . \quad (9)$$

Для третьего диапазона ЛСА выражаются как

$$A_1 (\mathcal{E}_2 \tau + \mathcal{E}_3 \tau \mathcal{Z}_3 \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau C (\mathcal{E}_{31} \tau + \mathcal{E}_3 \tau \mathcal{Z}_3 \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C \mathcal{E}_4 \tau \rightarrow \\ \rightarrow \mathcal{Z}_4 \tau C (\mathcal{E}_{пз} \tau + \mathcal{E}_3 \tau \mathcal{Z}_3 \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C (\mathcal{E}_{41} \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C (\mathcal{E}_3 \tau \mathcal{Z}_3 \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) \rightarrow \\ \rightarrow C (\mathcal{E}_1 \tau + \mathcal{E}_4 \tau \mathcal{Z}_4 \tau) C .$$

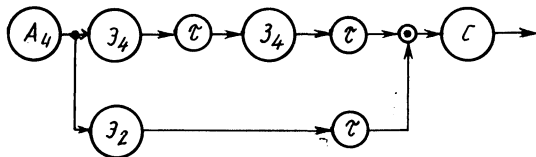


Рис. 2. Граф-схема алгоритма (ГСА) переключения с III на IV передачу. Исполнительный механизм с общей траверсой. Операторы:

A_4 – включения IV передачи; $Э_2$ – включения электромагнита штока III–IV передач; $Э_4$ – включения электромагнита золотника силового цилиндра; $Э_4$ – срабатывания золотника; С – срабатывания силового цилиндра; τ – временное условие.

Для переключений на 2-ю–4-ю передачи ЛСА имеют вид (7)–(9). Любому ЛСА однозначно соответствует граф-схема алгоритма (ГСА) – ориентированный граф, в котором каждому оператору соответствует вершина с одним выходом. Ему может также соответствовать условие, например, временное, названное ждущим. Последовательность выполнения команд определяется направленными дугами. Пример граф-схемы алгоритма приведен на рис. 2.

Проанализировав все ЛСА, приходим к выводу, что самый “длинный” алгоритм имеет место при перекрестном расположении гидроцилиндров. Самый “короткий” алгоритм в механизме с параллельным расположением гидроцилиндров. Механизм с общей траверсой по быстрдействию занимает промежуточное положение.

Белорусским политехническим институтом совместно с Минским тракторным заводом разработана и изготовлена система командного управления (СКУ) синхронизированной коробкой передач МТЗ-82. Исполнительный механизм выполнен с параллельным расположением гидроцилиндров. При испытаниях трактора на различных видах работ СКУ показала свое достаточное быстрдействие и удовлетворительную работоспособность.

Из сравнения механизмов управления синхронизированной КП видно, что выигрыш во времени переключения передач возможен за счет параллельного воздействия на штоки. В механизмах с перекрестным расположением гидроцилиндров параллельное воздействие на штоки переключения передач исключено.

Применение ЛСА и ГСА для анализа и синтеза исполнительных механизмов позволит наглядно выявить слабые и сильные стороны алгоритмов с возможностью их качественной и количественной оценки.

Сравнение схем управления КП показало, что для управления сложными коробками передач МТЗ наиболее приемлемы исполнительные механизмы с параллельным расположением гидроцилиндров.

Исходя из того что алгоритмы переключений внутри диапазонов по “длине” практически одинаковы для исполнительных механизмов с параллельным расположением гидроцилиндров и общей траверсой, последние также должны найти применение в тракторостроении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Недялков А.П. Разработка и исследование дистанционного электропневматического управления синхронизированными коробками передач с фрикционным сцеплением

ем: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. — М., 1965, с. 2—19. 2. Роберт Б. Устройство управления синхронизированной коробкой передач. Заявка № 1383103. — Великобритания, 1975, с. 11. 3. А.с. 1039747 (СССР). Устройство управления синхронизированной коробкой передач/А.А.Череня, Е.Н.Козлов, М.Г.Мелешко — Опул. в Б.И., 1983, № 33. 4. Р о г и н с к и й В.Н. Основы дискретной автоматики. — М., 1975, с. 30—42.

УДК 629.113.001.1:629.113.075

А.Г.ВЫГОННЫЙ, канд.техн.наук (БПИ)

УПРАВЛЯЕМОСТЬ АВТОМОБИЛЯ С ПРИЦЕПОМ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ

Основным видом движения автопоезда является прямолинейное движение. Для такого движения в первую очередь должна быть обеспечена хорошая управляемость.

Особенность управления при прямолинейном движении состоит в том, что водитель поворотом рулевого колеса может устранять отклонения автопоезда относительно заданной прямолинейной траектории. Характер поворотов рулевого колеса зависит от уровня управляемости автопоезда и его устойчивости к внешним возмущениям.

В конструкторской практике для характеристики управляемости и устойчивости автомобилей и автопоездов при их прямолинейном движении используется показатель — средняя скорость вращения рулевого колеса ω_a [1]. Условно он определяется как произведение среднего модуля угла поворота рулевого колеса на среднюю частоту экстремумов кривой этого угла за время движения.

К сожалению, в настоящее время отсутствуют расчетные методы определения показателя ω_a . Поэтому он вычисляется экспериментальным путем на основе регистрации изменения угла поворота рулевого колеса при прямолинейном движении и последующей обработки записей по специальной методике

Рассмотрим результаты экспериментальных исследований, проведенных на Минском автомобильном заводе при проектировании и доводке автопоездов в составе автомобиля и прицепа с поворотной тележкой. Суть этих исследований — определение влияния ряда параметров автомобиля и прицепа на управляемость автопоезда. Схема автопоезда и размеры, изменявшиеся в процессе исследований, приведены на рис. 1. Уровни значений параметров автопоезда приведены в табл. 1. На автомобиле было установлено тягово-сцепное устройство типа "цилиндрический шкворень—петля".

Из приведенных параметров автопоезда следует, что отношение массы прицепа к автомобилю равно 1,25. Обычно, это отношение меньше 1. Известно, что увеличение отношения массы прицепа к автомобилю обуславливает худшую управляемость автопоезда.

Замеры производились при движении на скорости 70 км/ч по дороге с сухим асфальтобетонным покрытием. Во всех случаях автопоездом управлял один и тот же водитель.

Результаты замеров представлены на рис. 2. Средние значения показателя ω_a обозначены точками, а диапазон рассеивания экспериментальных значений