

## ИМПУЛЬСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫМИ МУФТАМИ ТРАКТОРНЫХ ТРАНСМИССИЙ

Управление зубчатыми муфтами тракторных трансмиссий всегда вызывало определенные трудности. Это связано с тем, что для бесшумного и безударного включения, без приложения больших усилий к органам управления необходима синхронизация угловых скоростей зубчатых полумуфт. При этом угловая скорость в момент включения должна быть  $0 < \omega_{\text{отн}} < 5$  рад/с. Синхронизированные коробки передач (КП) в определенных условиях обеспечивают такой режим включения. Тракторные многоступенчатые диапазонные коробки, как правило, не имеют устройств синхронизации, поскольку управление ими осуществляется на остановленном тракторе при неподвижных зубчатых полумуфтах. Поэтому для их включения в случае несовпадения шлицев полумуфт необходимо прилагать значительные усилия, зависящие от угла скоса кромок, взаимного положения шлицев, моментов инерции деталей, связанных с полумуфтами, сил трения в подвижных соединениях, передаточного числа привода и других факторов. В некоторых случаях это вынуждает оператора включать их ударом, быстро выводя таким образом из строя механизм управления.

С применением на современных тракторах и быстроходных гусеничных тягачах гидромеханических трансмиссий и КП с переключением под нагрузкой и отсутствием главной муфты сцепления (тракторы ДТ-175С с двигателем постоянной мощности, ВТ-200, К-700, К-701) управление зубчатыми муфтами переключения ступеней КП, заднего хода и диапазонов еще более затрудняется, но по другой причине. Она заключается в том, что одна из полумуфт всегда связана с выходным валом КП и при остановленном тракторе неподвижна, а другая, связанная с турбинным валом гидротрансформатора (ГТ) или с валом, на котором установлены фрикционные муфты переключения передач, всегда вращается с высокой угловой скоростью. В первом случае это вызвано свойствами ГТ, а во втором – поводками в выключенных фрикционных муфтах. В обоих случаях при нейтрали в КП относительная угловая скорость зубчатых полумуфт столь велика, что включение их из-за больших ударных нагрузок недопустимо.

Для обеспечения возможности включения зубчатых муфт в трансмиссиях такого типа устанавливается тормоз-синхронизатор (ТС), связанный с турбинным валом ГТ (ДТ-175С, ВТ-200) или с промежуточным валом КП (К-700, К-701), управление которым осуществляется подачей давления [1]. Однако практика показывает, что такой способ управления ТС не может обеспечить поддержания угловой скорости полумуфты в узком интервале требуемых значений в промежуток времени, достаточном для включения зубчатой муфты. Клапан плавности, установленный в гидрролинии управления ТС, также не может улучшить процесс включения. Обеспечить длительное буксование ТС с малой угловой скоростью можно, управляя им посредством регулируемого давления, уровень которого в начальный момент должен быть

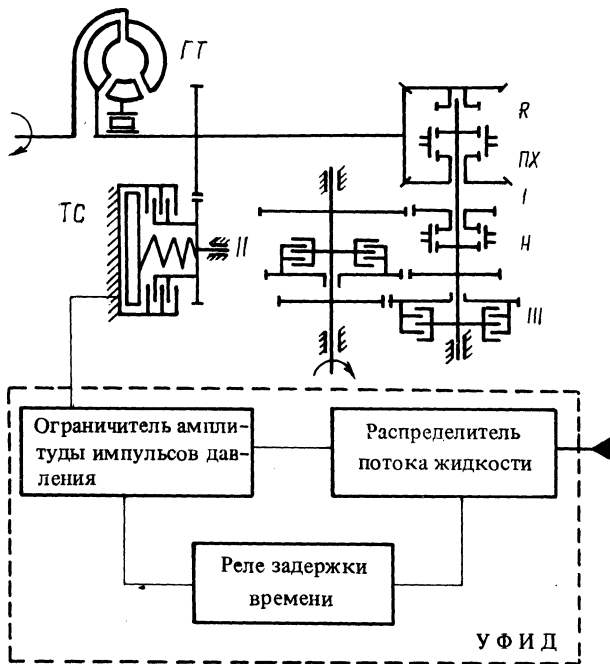


Рис. 1. Схема импульсной системы управления зубчатыми муфтами гидромеханической трансмиссии

более высоким для поглощения в ТС кинетической энергии вращающихся масс КП, а затем уменьшаться. Однако без обратной связи обеспечить требуемый режим включения невозможно, поскольку эти рассуждения верны для строго детерминированной динамической системы, а в данном случае система вероятностная, так как характеристики двигателя, гидротрансформатора и момента, передаваемого фрикционными муфтами, имеют определенный разброс параметров при случайных воздействиях (температуры воздуха, рабочей жидкости ГТ, состояния пар трения и ТС и др.).

Очевидно, что процесс синхронизации зубчатых полумуфт бесконтролен, и в момент включения возможны удары и шум, когда полумуфта имеет высокую угловую скорость, или требуются большие усилия в приводе управления, когда обе полумуфты неподвижны.

Как показали исследования, проведенные в Могилевском машиностроительном институте, обеспечить надежное, бесшумное и безударное включение зубчатых муфт можно при импульсном способе управления тормозом-синхронизатором. В этом случае в ТС подается давление пилообразного вида, позволяющее дискретно, кратковременными импульсами обеспечивать проворот одной зубчатой полумуфты по отношению к другой с невысокой угловой скоростью в промежутке времени любой продолжительности, необходимым для надежного соединения элементов муфты при любом темпе ее включения. При этом верхний уровень давления должен обеспечивать надежное заторма-

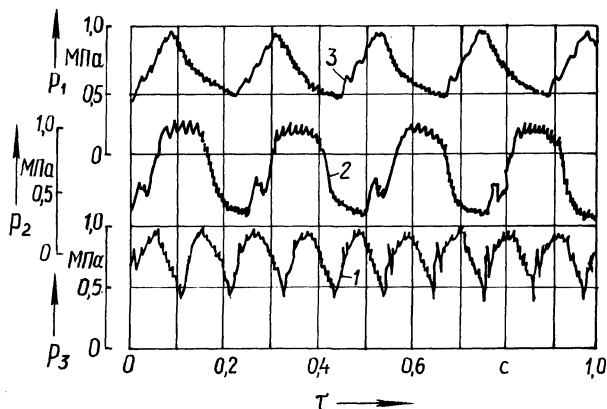


Рис. 2. Осциллограммы давления управления в тормозе-синхронизаторе при изменении параметров устройства формирования импульсов давления

живание вращающегося вала КП, нижний — растормаживание, а частота и конфигурация импульсов определяют максимально допустимую относительную угловую скорость, до которой может разогнаться полумуфта за период следования импульсов в данной динамической системе.

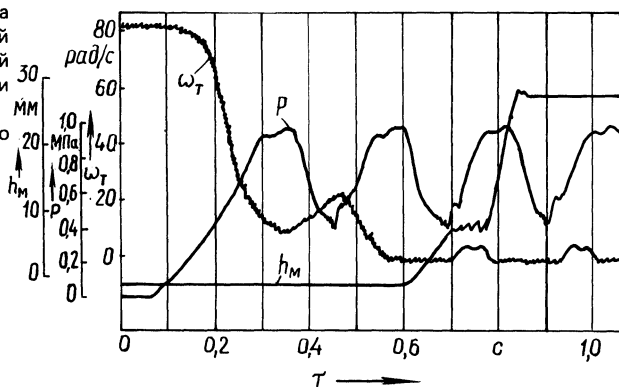
Этот способ реализован в системе управления зубчатыми муфтами гусеничного тягача с гидромеханической трансмиссией, схема которой представлена на рис. 1. Основным элементом такой системы управления является устройство формирования импульсов давления (УФИД), установленное в гидролинии управления ТС и содержащее распределитель потока жидкости, ограничитель амплитуды импульсов давления и реле задержки времени, обеспечивающее требуемую частоту и конфигурацию сигнала управления. ТС взаимодействует с турбинным валом ГТ, с которым связаны зубчатые муфты управления механизмом реверса (ПХ — передний ход, R — реверс) и первой передачи (I), а также с фрикционными муфтами последующих передач (II, III).

При остановленном тягаче и нейтрали (Н) в КП турбинный вал ГТ и связанные с ним зубчатые полумуфты вращаются с угловыми скоростями  $\omega_j$ , пропорциональными угловой скорости вала двигателя  $\omega_d$ ,  $\omega_j \approx \omega_d / u_j$  ( $u_j$  — передаточное число от двигателя до зубчатой муфты КП). Для включения зубчатой муфты, например первой передачи, УФИД соединяют с источником давления и в ТС поступает сигнал пилообразного вида, обеспечивающий импульсный проворот зубчатой полумуфты, связанной с турбинным валом ГТ, создавая условия для плавного ее включения.

На рис. 2 представлены осциллограммы процесса изменения управляющего давления в ТС при различной настройке УФИД. Они иллюстрируют широкие возможности конструкции, позволяющей изменять частоту импульсов давления более чем в два раза (кривые 1, 2), регулировать длительность фазы выдержки при максимальном давлении (кривые 2, 3). Это дает возможность использовать его в большом интервале изменения моментов в ТС, а рабочие частоты 3,5...9,5 Гц перекрывают интервал необходимых частот для различных типов тракторов и тягачей.

Процесс включения зубчатой муфты с использованием импульсной системы управления тормозом-синхронизатором отражен на осциллограмме, приведенной на рис. 3. Регистрировалось давление  $p$  в ТС, угловая скорость

Рис. 3. Осциллограмма процесса включения зубчатой муфты гидромеханической трансмиссии при управлении тормозом-синхронизатором давлением пилообразного вида



зубчатой полумуфты  $\omega_M$  и перемещение соединяемой полумуфты  $h_M$ . На ней видно, что спустя 0,5 с переходный процесс в динамической системе заканчивается, и включение зубчатой муфты осуществляется в установившемся режиме импульсного проворота одной из полумуфт. Параметры УФИД при этом подобраны таким образом, чтобы максимальная угловая скорость полумуфты на каждой фазе ее разгона составляла не более 5 рад/с.

Импульсная система управления зубчатыми муфтами решает проблему включения зубчатых муфт гидромеханических передач и коробок передач с переключением под нагрузкой при отсутствии главной муфты сцепления. Она также позволяет улучшить процесс включения зубчатых муфт диапазонов коробки передач с главной муфтой сцепления и фрикционными муфтами переключения передач тракторов типа МТЗ-100, МТЗ-102, используя для этого управление моментом от поводков фрикционных муфт при включенной главной муфте сцепления и нейтрали в КП. С их применением повышается качество процесса управления коробкой передач, увеличивается долговечность самих зубчатых муфт и механизмов управления ими, а также открывается возможность дальнейшего совершенствования схемных решений тракторных трансмиссий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тракторы "Кировец" К-701 и К-700А. — М., 1980.

УДК 621.436

Г.М.КУХАРЕНОК, Д.М.ПИНСКИЙ,  
М.П.ИВАНДИКОВ

### МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ КОРРЕКТИРОВКИ ИНДИКАТОРНЫХ ДИАГРАММ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

При экспериментальных исследованиях динамики тепловыделения в двигателях внутреннего сгорания используется метод, заключающийся в снятии индикаторных диаграмм и последующей их обработке [1].

Для снятия индикаторных диаграмм (ИД) широко используются пьезо-