

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ТРАНСМИССИИ БОЛЬШЕГРУЗНОГО АВТОМОБИЛЯ- САМОСВАЛА

К.Н.Кусков

*Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. В.П.Тарасик
(Могилевский машиностроительный институт)*

Показатели качества процессов функционирования механизмов и систем автомобиля оказывают значительное влияние на их надежность и долговечность. Возникновение больших динамических нагрузок при переключении передач вызывает преждевременный выход из строя механизмов трансмиссии. Кроме того, они вызывают значительные импульсы продольных ускорений, приводящие к дискомфорту водителя.

Цель исследований – разработать рекомендации по снижению динамических нагрузок, обусловленных переключением передач, в гидромеханических коробках передач (ГМКП) автомобилей-самосвалов БелАЗ грузоподъемностью 45–60 т.

Исследования проводились путем математического моделирования с использованием ЭВМ. Разработка динамической модели трансмиссии осуществлялась с учетом необходимости выявления зависимостей между показателями качества переходных процессов и основными параметрами трансмиссии, оказывающими влияние на характер протекания переходного процесса. Показателями качества переходных процессов при переключении передач принимались максимальные амплитуды моментов в механизмах трансмиссии и коэффициенты динамичности. Одновременно для оценки процессов функционирования фрикционных элементов механизмов управления переключением передач (фрикционных муфт) приняты удельная мощность и удельная работа их буксования и максимальные поверхностные и объемные температуры ведущих и ведомых дисков.

Результаты исследований свидетельствуют, что упомянутые показатели качества переходных процессов зависят от параметров и характеристик двигателя, гидротрансформатора, параметров упругих и инерционных элементов механизмов трансмиссии, параметров и характеристик фрикционных муфт и механизмов гидропривода управления муфтами.

Построение динамической модели осуществлено на основе дискретизации динамической системы посредством метода сосредоточенных масс [1]. В результате было выделено 10 инерционных эле-

ментов (сосредоточенных масс), взаимодействующих посредством упругих, диссипативных, трансформаторных и фрикционных элементов.

При построении математической модели трансмиссии использовался структурно-матричный метод [1]. В итоге была получена система дифференциальных уравнений в нормальной форме Коши, удобной для интегрирования численными методами.

Упругие и диссипативные элементы системы приняты линейными. Нелинейные характеристики двигателя, гидротрансформатора, фрикционных муфт аппроксимировались полиномами различных степеней.

Температурное поле фрикционных дисков определялось решением системы дифференциальных уравнений, являющихся конечно-разностной аппроксимацией уравнения теплопроводности Фурье [1,2].

Адекватность разработанной математической модели проверялась сопоставлением имеющихся экспериментальных данных об испытаниях автомобиля БелАЗ-7555 с результатами моделирования переключений передач при соответствующих условиях.

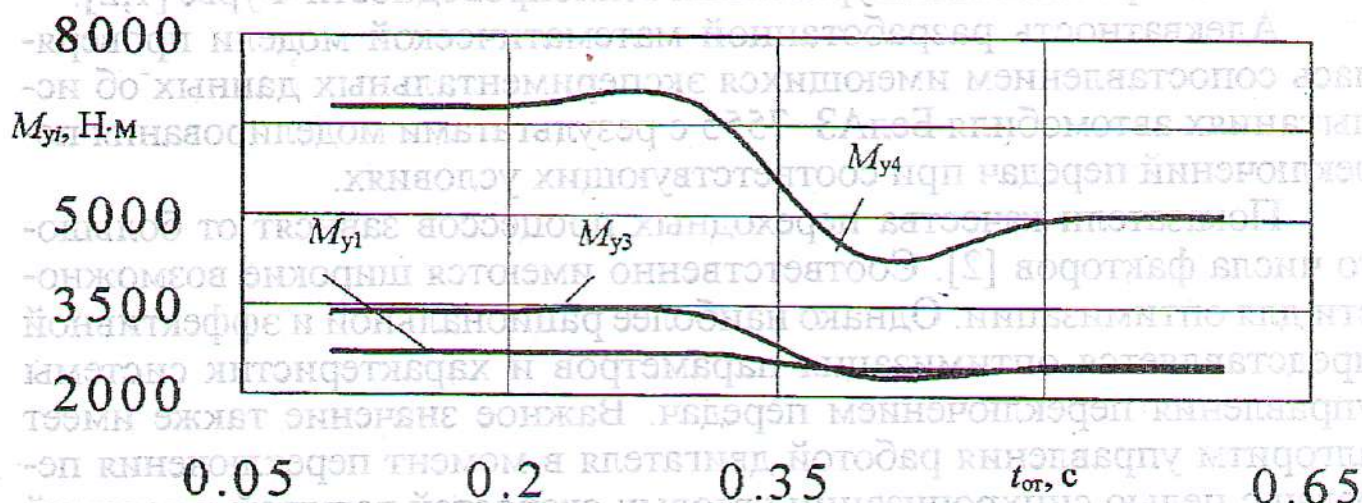
Показатели качества переходных процессов зависят от большого числа факторов [2]. Соответственно имеются широкие возможности для оптимизации. Однако наиболее рациональной и эффективной представляется оптимизация параметров и характеристик системы управления переключением передач. Важное значение также имеет алгоритм управления работой двигателя в момент переключения передач с целью синхронизации угловых скоростей ведущей и ведомой частей трансмиссии. Решение рассматриваемой проблемы на основе выбора оптимального алгоритма управления является наиболее перспективным в условиях широкого применения на автомобилях микропроцессорных управляющих устройств.

В простейшем случае для снижения динамических нагрузок в трансмиссии при переключении передач вверх можно использовать временную отсечку подачи топлива в двигатель. Данный способ уже используется на некоторых машинах БелАЗ, и в настоящее время ведутся работы по его более широкому применению. Основной задачей, решаемой при этом, является обоснование выбора времени отсечки подачи топлива, т.е. согласование процессов управления двигателем и переключением передач.

С целью выработки рекомендаций по данному вопросу была выполнена серия вычислительных экспериментов, в которых время отсечки подачи топлива варьировалось от 0,1 до 0,6 с, а время, соответствующее началу нарастания усилия сжатия пакета дисков фрикционной муфты включаемой передачи, оставалось неизменным и равным 0,3 с.

Характер полученной зависимости показателей качества переходных процессов от времени отсечки подачи топлива отражают графики, приведенные на рис. 1, построенные для случая переключения со второй на третью передачу при разгоне полностью груженого автомобиля БелАЗ-7555.

Зависимости остальных показателей качества переходных процессов и оценочных показателей работы фрикционных муфт от времени отсечки подачи топлива в двигатель также имеют минимум при $t_{от} = 0,4 - 0,45$ с. При этом по сравнению с переключением передач без отсечки подачи топлива максимальные амплитуды моментов на валах трансмиссии уменьшаются в 1,4–1,5 раза, а удельная работа трения и приращение температуры дисков включаемой фрикционной муфты оказываются незначительными.



- M_{y1} — максимальный момент на приводном валу ГМКП;
- M_{y3} — максимальный момент на диапазонном валу ГМКП;
- M_{y4} — максимальный момент на карданном валу

Рис. 1. Зависимость показателей качества переходных процессов от времени отсечки подачи топлива

Из полученных результатов видно, что возобновлять подачу топлива в двигатель следует только после начала буксования фрикционной муфты включаемой передачи. В противном случае (при возобновлении подачи топлива во время разрыва потока мощности) динамические нагрузки не снижаются, поскольку массы двигателя и гидротрансформатора снова разгоняются до угловых скоростей, соответствующих скоростям при переключении без отсечки подачи топлива. Затяжка возобновления подачи топлива более чем на 0,1 с после начала буксования фрикционной муфты включаемой передачи также нецелесообразна, т.к. приводит к возрастанию динамических

нагрузок в трансмиссии, увеличению времени переходного процесса и величины отрицательного ускорения автомобиля, т.е. к снижению его производительности и комфорту водителя.

Список литературы

1. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем.—Мн.: ДизайнПРО, 1997.
2. Тарасик В.П. Фрикционные муфты автомобильных гидромеханических передач.—Мн.: Наука и техника, 1973.