

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ФРИКЦИОНАМИ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА

В. С. Савицкий

*Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет», г. Могилев, Республика Беларусь*

Научный руководитель В. П. Тарасик

При непосредственном участии коллектива кафедры «Транспортные и технологические машины» Белорусско-Российского университета создана мехатронная система автоматического управления (МСАУ) гидромеханическими передачами карьерных самосвалов БЕЛАЗ грузоподъемностью 45–60 т. МСАУ имеет распределенную структуру, состоит из множества компонентов, располагаемых в различных местах самосвала. В ее состав входят следующие компоненты: контроллер управления ГМП; селектор режимов управления ГМП; блок аварийного управления БАУ (расположен в корпусе селектора); электронная педаль акселератора; электронная панель приборов; механизмы управления фрикционами (МУФ) ГМП; датчики частоты вращения валов ГМП; датчики давления гидросистемы ГМП (главного давления, давления гидротрансформатора, давления смазки); датчики давления МУФ; датчик температуры масла; датчики тормозной системы (стояночного тормоза, датчик рабочего тормоза, датчик включения тормоза-замедлителя); датчик положения грузовой платформы самосвала; система контроля загрузки самосвала.

Для данной МСАУ разработана конструкция МУФ, выполненная в виде двухступенчатого электрогидравлического пропорционального клапана (ЭГПК), первой ступенью которого является регулятор давления (РД), а второй – регулятор-распределитель (РР). Регулятор давления состоит из пропорционального электромагнита (ПЭМ) и гидравлического двухлинейного клапана с шаровым запорно-регулирующим органом. Регулятор-распределитель представляет собой трехлинейный гидроклапан с дифференциальным золотниковым запорно-регулирующим органом и гидравлической обратной связью по выходному давлению. Принципиальная схема МУФ представлена на рис. 1.

Проведены расчетно-теоретические исследования по определению параметров разработанного МУФ. Для анализа переходных процессов в гидроприводе системы управления фрикционами разработана динамическая модель. Она учитывает инерционные, упругие и диссипативные свойства всех компонентов системы гидропривода и ее гидромагистралей, а также нелинейные характеристики регулятора давления, регулятора-распределителя и переливного клапана, а также динамические

свойства пропорционального электромагнита. По динамической модели составлена математическая модель в виде системы дифференциальных уравнений.

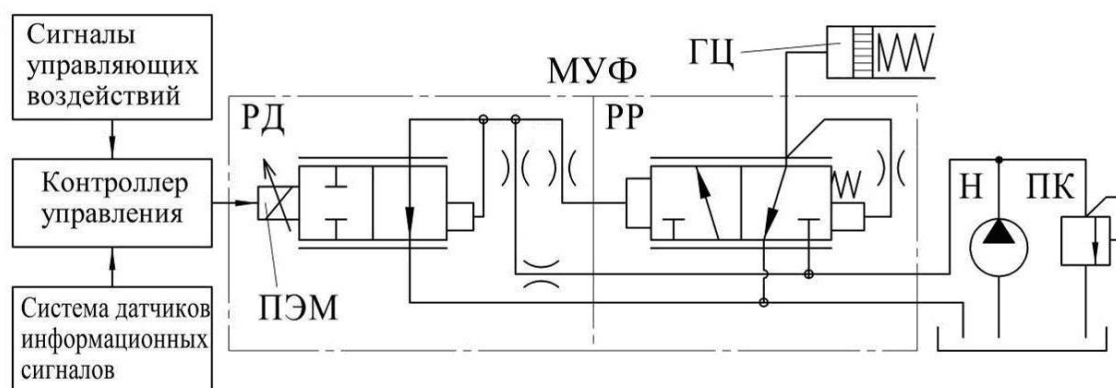


Рис. 1. Принципиальная схема МУФ

На основе разработанной математической модели гидропривода системы управления фрикционами проведены исследования влияния основных конструктивных параметров МУФ на показатели качества его функционирования при включении фрикциона.

Установлено, что критерии качества процесса функционирования МУФ являются конфликтными. Это означает, что при изменении какого-либо параметра МУФ происходит улучшение одного или нескольких показателей качества и ухудшение других. По этой причине произведена оптимизация параметров МУФ.

Решение задачи оптимизации произведено на основе использования уравнений регрессий, связывающих между собой критерии и оптимизируемые параметры объекта. Уравнения регрессий получены на основе проведения планируемого вычислительного эксперимента на исходной математической модели. В качестве стратегии оптимизации выбрана минимаксная стратегия. В результате определены оптимальные параметры МУФ.

Для оценки эффективности выполненных теоретических исследований и принятых на их основе конструктивных решений проведены полигонные испытания карьерного самосвала, укомплектованного разработанными МУФ. Испытания проходили в два этапа. На первом этапе использовались МУФ с исходными параметрами и производилась запись процесса разгона самосвала по испытательному полигону. На втором этапе испытаний на ГМП были установлены МУФ, изготовленные с параметрами, определенными в результате оптимизации. На рис. 2, а, б изображено расположение МУФ на ГМП карьерного самосвала БЕЛА3-7555.

Оценка качества переходных процессов производилась для включения первой передачи с нейтрали ($N \rightarrow 1$) и переключения со второй на третью передачу ($2 \rightarrow 3$). Критериями качества являлись коэффициент динамичности момента на выходном валу k_d , удельная мощности буксования включаемого фрикциона $P_{ф.уд}$, удельная работе буксования включаемого фрикциона $W_{ф.уд}$.

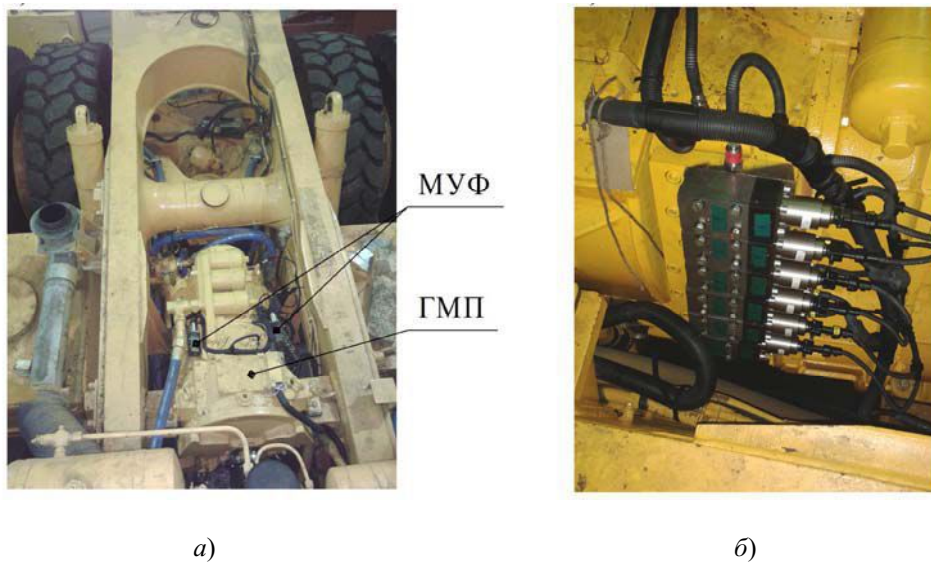


Рис. 2. Расположение МУФ на ГМП

На рис. 3 представлены графики процессов переключения 2 → 3, при этом графики на рис. 3, а, б соответствуют МУФ с исходными параметрами, а на рис. 3, в, г – МУФ с оптимальными параметрами.

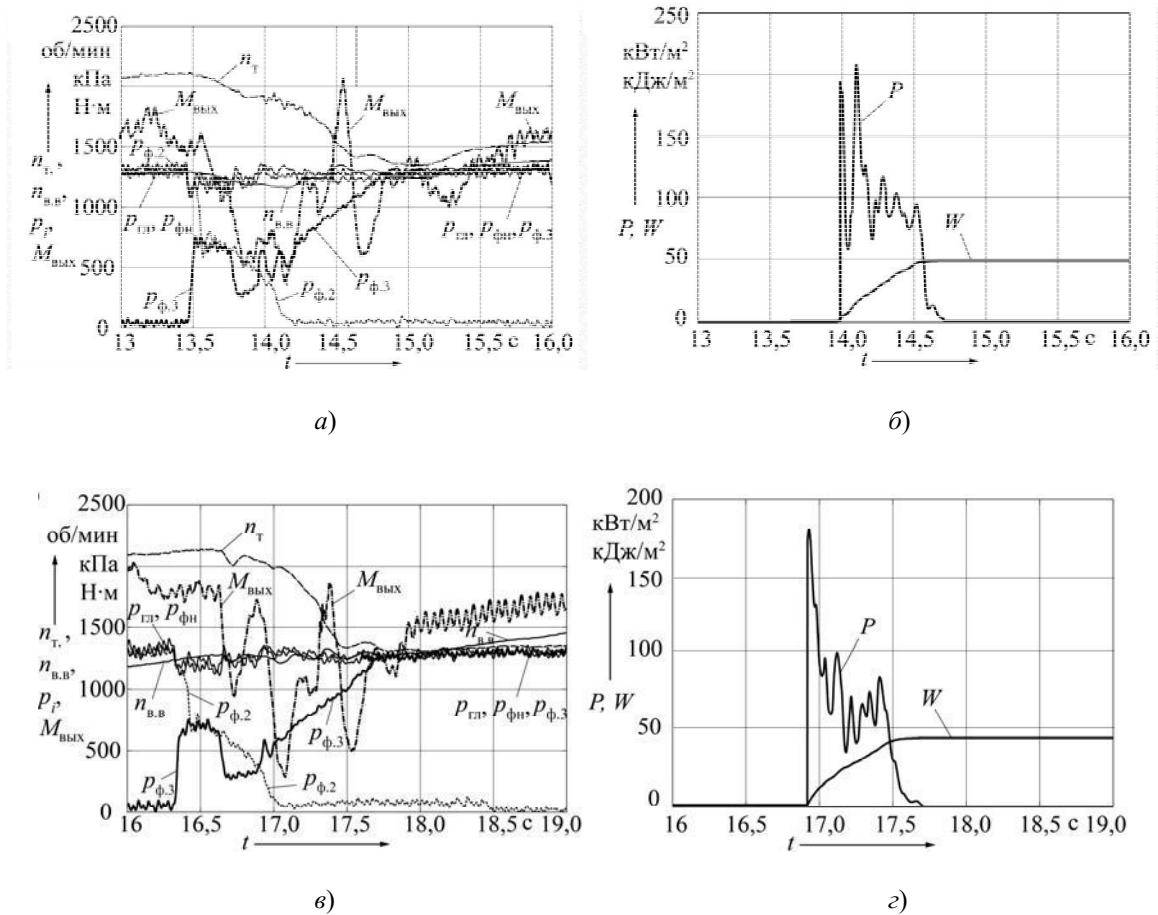


Рис. 3. Графики переходных процессов при переключении 2 → 3

Можно отметить, что процессы переключения передач, полученные при использовании МУФ с оптимальными параметрами (рис. 3, в, г), характеризуются меньшими колебаниями давления в гидроцилиндре фрикциона, а также момента и частоты вращения турбинного вала ГМП. В таблице приведены значения показателей качества процессов переключения передач $N \rightarrow 1$ и $2 \rightarrow 3$.

Значения показателей качества процессов переключения передач

Показатель качества	Переключение $N \rightarrow 1$		Процент улучшения показателя	Переключение $2 \rightarrow 3$		Процент улучшения показателя
	МУФ с исходными параметрами	МУФ с оптимальными параметрами		МУФ с исходными параметрами	МУФ с оптимальными параметрами	
k_d	1,30	1,13	13,1	1,22	1,10	9,8
$P_{\text{ф}}, \text{кВт/м}^2$	323,0	271,0	16,1	210,0	180,5	14,0
$W_{\text{ф}}, \text{кДж/м}^2$	71,5	60,6	15,2	49,5	43,0	13,1

На основании полученных результатов можно заключить, что описанная выше методика позволила определить оптимальные параметры МУФ, при которых происходит значительное снижение динамических нагрузок в трансмиссии, мощности и работы буксования фрикционов при переключении передач по сравнению с переключениями, осуществляемыми посредством МУФ с исходными параметрами.