

УДК 629.114.4

**ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ
ТОРМОЗНОГО ГИДРОПРИВОДА АБС/ПБС
С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ КЛАПАНОМ ПРИ НАЛИЧИИ
ПНЕВМОГИДРОАККУМУЛЯТОРА**

**PECULIARITIES OF MODELING THE DYNAMICS
OF THE ABS/PBS BRAKE HYDRAULIC DRIVE WITH
A PROPORTIONAL VALVE WHEN THE AIR-CHARGED
ACCUMULATOR IS AVAILABLE**

М.И. Жилевич, канд. техн. наук, доц., **С.В. Ермилов**, ст. преп.,
Д.Г. Скворцов, студ.,

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

M. Zhylevich, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
S. Ermilov, Senior Lecturer, D. Skvartsov, student,

Belarusian national technical university, Minsk, Republic of Belarus

Предложены методика и порядок составления расчётной схемы для исследования внутренних динамических процессов в тормозном гидроприводе мобильной машины с пропорциональным электрогидроклапаном в качестве модулятора давления и пневмогидроаккумулятором в качестве источника энергии.

A methodology and procedure for compiling a design scheme for studying internal dynamic processes in the brake hydraulic drive of a mobile machine with a proportional electrohydraulic valve as a pressure modulator and an air-charged accumulator as an energy source are proposed.

Ключевые слова: гидропривод, динамика, моделирование, пневмогидроаккумулятор, пропорциональный клапан, расчётная схема, тормозная система.

Key words: hydraulic drive, dynamics, modeling, air-charged accumulator, proportional valve, design diagram, brake system.

ВВЕДЕНИЕ

Важным элементом тормозного гидропривода (ГП) мобильных машин является пневмогидроаккумулятор (ПГА), обеспечивающий качество и надёжность работы тормозной системы, безопасность её работы в экстремальных условиях. От энергоэффективности ПГА,

интенсивности его разрядки зависит в целом безопасность эксплуатации автомобиля, особенно в условиях циклического торможения-растормаживания с высокой частотой срабатывания модулятора в режиме функционирования АБС/ПБС.

РАСЧЁТНАЯ СХЕМА ТОРМОЗНОГО ГП АБС/ПБС С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ КЛАПАНОМ И ПГА

Начальным и достаточно важным в процессе моделирования динамических процессов в ГП является этап формирования расчетной схемы, которая составляется на основе принципиальной схемы ГП с учетом ряда принимаемых допущений, от чего будет зависеть структура расчетной схемы и, как следствие, сложность и точность математической модели, глубина исследований, которые можно провести с помощью этой модели.

Делаем допущение, что ГП – система с сосредоточенными параметрами, т.е. рабочая жидкость (РЖ), заполняющая участки ГП, концентрируется в нескольких объемах малой протяженности (узлах). Полагаем, что свойства РЖ не изменяются во время переходного процесса, РЖ является однородной, кавитация и утечки исключаются, нестационарность потока РЖ не оказывает влияние на величину потерь давления. На расчетной схеме участок ГП изображаем условным трубопроводом с эквивалентным сопротивлением R и сосредоточенной массой РЖ m , для изображения податливости в узлах вводится дополнительная емкость, имитирующая изменение расхода РЖ при ее сжатии (расширении), каналам клапанов ставится в соответствие дроссель.

На рисунке 1 представлена расчетная схема контура тормозного ГП АБС/ПБС с пропорциональным электрогидравлическим клапаном (ЭГК) в качестве элемента управления и пневмогидроаккумулятором в качестве источника энергии. В качестве узлов приняты: У0 – место подсоединения ПГА; У1 – вход в пропорциональный ЭГК, У2 – выход из ЭГК, У3 – место подсоединения исполнительных гидроцилиндров. Участок У0-У1 моделирует трубопровод от ПГА до ЭГК; У1-У2 - напорный канал пропорционального ЭГК, У2-У4 – сливной, У2-У3 – трубопровод от ЭГК к колесным цилиндрам. В узлах У1, У2 и У3 учитывается сжимаемость РЖ, что изображается на

расчётной схеме введением дополнительных ёмкостей с коэффициентами податливости $\psi(p_i)$.

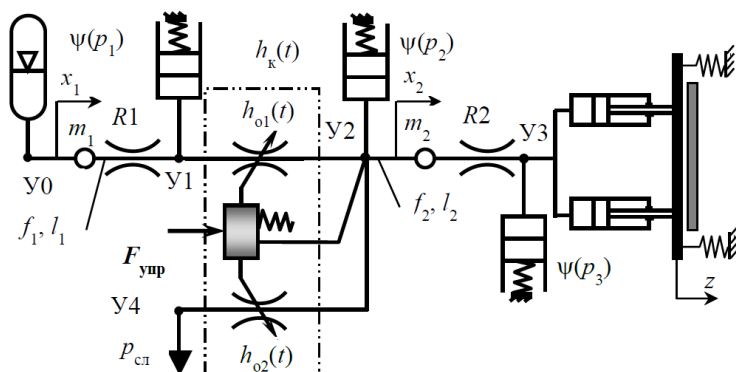


Рисунок 1 – Расчетная схема контура тормозного ГПАБС/ПБС с пропорциональным клапаном и пневмогидроаккумулятором

Отличительной особенностью расчетной схемы является наличие ПГА в качестве источника энергии и трубопровода, соединяющего ПГА и ЭГК.

На схеме используются следующие обозначения: $h_{o1}(t)$ – величина открытия напорного окна распределителя (пропорционального ЭГК); $h_{o2}(t)$ – величина открытия окна на сливе; x_1, x_2 – соответственно перемещение столба РЖ на участках трубопроводов У0-У1 и У2-У3; m, m_2 – приведенная масса РЖ в трубопроводах на участках; R_1, R_2 – эквивалентное сопротивление трубопроводов на участках; f_1, l_1, f_2, l_2 – соответственно площадь поперечного сечения и длина трубопроводов на участках У0-У1 и У2-У3; z – перемещение поршня исполнительного гидроцилиндра. Величина рабочего окна в пропорциональном ЭГК будет зависеть от величины электрического управляющего сигнала $F_{упр}(t)$ с учётом обратной связи (давления в узле У2). Для получения математической модели тормозного ГП в соответствии с приведённой расчётной схемой необходимо составить уравнения движения РЖ в трубопроводах, поршней исполнительных гидроцилиндров, золотника пропорционального ЭГК, а также уравнения баланса расходов РЖ в узлах, причем давление и расход на входе

узла У0 будут должны быть рассчитаны с учетом характера протекания внутренних процессов в ПГА (в частности, при его разрядке в процессе циклического торможения).

Следует отметить, что при формировании предложенной расчетной схемы не учитывался процесс подзарядки ПГА, т.е. рассматривался наилучший вариант использования его энергетического запаса. Для увеличения глубины исследования и расширения функциональных возможностей динамической модели тормозного ГП можно рекомендовать учесть в расчетной схеме характеристики насосной установки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложена расчётная схема для исследования внутренних динамических процессов в тормозном ГП мобильной машины с пропорциональным электрогидравлическим клапаном в качестве модулятора давления и пневмогидроаккумулятором, на основании которой можно сформировать систему нелинейных дифференциальных уравнений, позволяющую выполнить анализ влияния параметров модулятора и гидропривода на характер протекания динамических процессов в ГП, его быстрдействие и энергоэффективность ПГА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шольц Д. Пропорциональная гидравлика. Киев: ДП "ФЕСТО". – 2002 г. – 124 с.
2. Богдан Н.В. Моделирование и расчет динамики гидроприводов / Н.В. Богдан, В.П. Автушко, М.И. Жилевич // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2003. – №3. – С. 87–94.
3. Автушко, В.П. Обоснование расчетной схемы для автоматизированного моделирования динамики разветвленного гидропривода / В.П. Автушко, М.И. Жилевич // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2004. – № 3. – С.17–22.

Представлено 24.05.2020