© А.А. Митусов, О.С. Решетникова, 2008

УДК 622.002.5-82

А.А. Митусов, О.С. Решетникова

АНАЛИЗ МЕТОДОВ МАШИННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОДВИГАТЕЛЕЙ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

Семинар № 10

Полный алгоритм автоматизированного проектирования гидродвигателей ударного действия (УГД) включает в себя исследовательские фазы, выполняемые методами машинного эксперимента. При этом на первой стадии решается задача в проектировочной постановке, когда определяются параметры структуры импульсного гидропривода (ИГП), обеспечивающие заданные параметры движения поршня-бойка, а на второй – в эксплуатационной, когда для УГД с параметрически определенной структурой исследуются его выходные характеристики в зависимостях, либо от параметров питания, либо от изменяющихся в процессе эксплуатации конструктивных параметров силовой части привода. Анализ математических моделей показывает, что для решения проектировочных задач возможно их построение на основе энергетического или динамического баланса.

В энергетической модели [1] состояние характеристик определяется значениями энергии и частоты ударов A и n, а также коэффициента настройки Кн, характеризующего их взаимосвязь и выражающегося через обобщенные конструктивные параметры: q – рабочий объем, и Ru – инерционное сопротивление УГД, а законы энергопреобразования:

$P = R_{и(x)}Q^2$ - для релейной САУ УГД,

$P= R_{и(t)}nQ$ - для импульсной САУ УГД.

Динамическая модель используется для нахождения энергетической характеристики привода посредством решения прямой задачи, где параметры движения ведомого звена УГД определяются действующими на него силами, формируемыми для известной структуры заданными параметрами энергии источника. Сложность таких уравнений зависит от количества учитываемых управляющих и возмущающих воздействий и их формы.

В наиболее простом варианте такая задача может быть сведена до решения уравнения динамического блланса только для ведомого звена УГЦ без учета влияния характеристик распределителя и аккумулятора. В этом случае модель может быть представлена следующим уравнениям управляющих и наиболее существенных возмущающих воздействий на ведомое звено УГД :

$$-a\ddot{x} - b\dot{x}^2 - c\dot{x} - F_{тр} + F = 0,$$

где $a\ddot{x}$ - инерционная реакция бойка; $b\dot{x}^2$ - гидравлические сопротивления элементов гидроблока; $c\dot{x}$ - сила вязкого трения; $F_{тр}$ - сила механического трения; F - управляющее воздействие на боек.

Таблица 1

Начальные и конечные условия фаз движения ведомого звена

Тип САУ	**Релейная**				
Фаза	*t1*	*x1*	$x2$	$\dot{x}1$	$\dot{x}2$
1	0	0	h'	0	$v_в$
2	0	0	h''	$v_в$	0
3	0	0	h	0	$v_у$
4	$\tau = (t_и + t_р)/t_р$				
Тип САУ	**Импульсная**				
Фаза	*t1*	*t2*	$x1$	$x2$	$\dot{x}1$	$\dot{x}2$
1	0	T1	0	h'	0	$v_в$
2	0	0	0	h''	$v_в$	0
3	0	0	0	h	0	$v_у$
4	$t_и = T2 - t'' - t_р$					

Уравнение решается для каждой из четырех кинематических фаз рабочего цикла, формируемых воздействиями на боек $F_в$ и $F_р$ в двух динамических фазах, сменяемых в релейном или импульсном режимах [1]. В этом отношении САУ УГД подразделяются на релейные, детерминированные по конструктивному ходу h, и импульсные детерминированные по времени цикла T и его фаз.

Кинематические фазы:

- t': действие силы $F_в$, ускоренное

Таблица 2

Формулы для определения коэффициентов $a, b, c, F_{тр}, F$

Обозначение	**Гидромолоты**	
	ГМБ-2Р	**УГДС-1**
a	$m_б$	$m_б$
b'	$S_1^3 R_k + S_2^3 Rз$	$S_1^3 (R_{зз} + R_a + R_k)$
b''	$S_1^3 R_k + S_2^3 (R''_з + R_a)$	$S_1^3 R_з$
bp	$S_1^3 R_k + S_2^3 (R_p + R_a)$	$S_1^3 R_з$
c	$\dfrac{\pi v \rho l_щ D}{\varepsilon_0}$	$\dfrac{\pi v \rho l_щ D}{\varepsilon_0}$
$F'm$	$(0.5\pi\delta(D_1 P + D_2 P_c) + + mg) f$	$(0{,}95\pi\delta P(D_1 + D_2) + + D_2 P_a + mg) f$
$F''m$	$(0.5\pi\delta P(D_1 + D_2) + mg) f$	$(\pi\delta P_c (D_1 + D_2) + P_a D_2) f$
F'	$0.95 P S_1 - P_c S_2$	$0.95(P - P_c) S_1 - P_a S_2$
F''	$1.05 P (S_2 - S_1)$	$P_a S_2$
Fp	$0.95 P (S_2 - S_1)$	$P_a S_2$

Таблица 3

Выходные параметры	Численные значения							
	ГМБ-2Р				УГДС-1			
	Модель		Сходимость φ		Модель		Сходимость φ	
	Физич	Матем	Фор-ла	Значен	Физич	Матем	Фор-ла	Значен
T,c	0.208		$\frac{t_{мат}}{t_{физ}}$		0.29	0.29	$\frac{t_{мат}}{t_{физ}}$	1
$t_в$,c					0.224	0.224		1
$t_р$,c					0.034	0.032		0.94
t_u,c					0.032	0.034		1.06
h, м	0.128		$\frac{h_{мат}}{h_{физ}}$		0.115	0.115	$\frac{h_{мат}}{h_{физ}}$	1
$v_в$, м/с			$\frac{v_{мат}}{v_{физ}}$		0.8	0.8	$\frac{v_{мат}}{v_{физ}}$	1
$v_у$, м/с					6.7	6.6		0.98
A, кДж	2.55		$\frac{A_{мат}}{A_{физ}}$		2.3	2.28	$\frac{A_{мат}}{A_{физ}}$	0.99
n, Гц	4.8		$\frac{n_{мат}}{n_{физ}}$		3.45	3.45	$\frac{n_{мат}}{n_{физ}}$	1

движение бойка на «возврат»;

- t”: действие силы $F_р$, торможение бойка до остановки;

- $t_р$: действие силы $F_р$, ускоренное движение бойка на «рабочий ход» до удара; Решения для каждой фазы и типа системы автоматического управления (САУ) конкретизируются начальными и конечными условиями.

Начальные и конечные условия нахождения параметров движения ведомого звена в фазах для релейной и импульсной САУ приведены в табл. 1, где T1 + T2 = T – длительность всего цикла.

Для установления соответствия выходных характеристик физической и математической моделей УГД уравнения решены применительно к параметрам гидромолотов УГДС-1- с релейной, и ГМБ-2Р – с импульсной САУ, и использованы результаты обработки осциллограмм их рабочих циклов [2], [3].

Коэффициенты $a, b, c, F_{тр}, F$ определяются по формулам, представленным в таблице 2. Здесь обозначения параметров системы следующие. Для УГЦ: D, D_1, D_2, $m_б$ – диаметры ступеней и масса бойка; S_1, S_2 – площади камер; $\varepsilon_о$, $l_щ$ – приведенные величины зазора и герметизирующей длины щелевых уплотнений; δ – ширина прижимной части воротникового уплотнения; f – коэффициент трения.

Для гидросистемы УГД: $R_з$, $R_а$, $R_к$ – гидравлические сопротивления основных элементов гидрокомуникаций: распределителя, аккумулятора, соединительных каналов; P, $P_а$, $P_с$ – давления питания, автономного аккумулятора и сливной линии.

В табл. 3 представлены результаты сравнений значений параметров, полученых в результате решениий уравнения, со значениями для физических моделей, снятыми с осциллограмм. Для гидромолота УГДС-1 параметры опре-

делены при давлении питания Рд = 11 МПа и давлении аккумулятора P_a = 5.5 МПа, для ГМБ-2Р - при давлении питания Рд = 15 МПа.

Анализ результатов показывает, что расхождения значений основных выходных характеристик: предударной скорости, энергии и частоты ударов, находятся в пределах 2 %, что позволяет считать целесообразной разработку компьютерной программы для проведения машинных экспериментов в эксплуатационной постановке на основе динамической модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Митусов А.А.* Автоматизированное проектирование гидродвигателей ударного действия: Учебное пособие. Караганда: КарГТУ, 2002-109 с.
2. *Митусов А.А.* Сравнительные характеристики гидромолотов УГДС-1 и УГДС-03// Совершенствование технологии средств комплексной механизации, автоматизации и техники безопасности при подземной разработке угля: Тезисы докл. Респ. конфер.: Караганда, 1978, С. 71-73.
3. *Лазуткин А.Г., Митусов А.А., Коккозов О.К.* Результаты предварительных испытаний гидромолота ГМБ-2Р на стенде// Гидравлический привод горных машин и комплексов. Тематический сборник КПТИ, Караганда, 1984, С. 49-56. ГИАБ

Коротко об авторах

Митусов А.А. – кандидат технических наук,
Решетникова О.С. – аспирант,
КарГТУ, Республика Казахстан.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 10 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. *Ю.И. Климов*.

ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
СТЕПАНОВ Константин Викторович	Полимерные промышленные жидкости для бурения скважин в глиносодержащих породах в условиях минерализации и электроосмоса	25.00.14-	к.т.н.