

УДК 621.694.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ С ДВУМЯ УПРАВЛЯЕМЫМИ КАМЕРАМИ

Устименко Т.А., канд. техн. наук,
Яценко А.Ф., канд. техн. наук, доц.,
Донецкий национальный технический университет

Получены рациональные параметры, которые могут быть использованы при проектировании гидравлических механизмов ударного действия

Main parameters were determined for designing one structure of hydraulic shock mechanisms

Проблема и ее связь с научными или практическими задачами. При проектировании гидравлических устройств ударного действия особо важной задачей является обеспечение высоких энергией единичного удара и к.п.д, что весьма существенно при проектировании ручных механизмов, применяемых во многих отраслях промышленности.

Поскольку при создании новых моделей гидравлических отбойных молотков на их параметры накладываются противоречивые требования (к примеру, высокая энергия единичного удара и масса, допустимая для ручного использования), но при этом необходимо учесть влияние многих факторов, то при проектировании необходимо использовать многофакторный анализ и методы многомерной оптимизации.

Анализ исследований и публикаций. Учитывая рекомендации [1, 2] по исследованию гидроударных систем была выполнена идеализация рабочего процесса, что позволило значительно снизить сложность решаемой задачи и выделить 3 основные структурные схемы, положенные в основу принципа действия.

Постановка задачи. Из существующих трех структурных схем была выбрана, как объект исследования, соответствующая устройству с двумя управляемыми камерами. Путем математического моделирования рабочего процесса, проведения планирования машинного эксперимента, построения регрессионной модели необходимо оценить влияние выделенных факторов на эффективность рабочего про-

цесса. В качестве критерия эффективности принята энергия единичного удара бойка по рабочему инструменту.

Изложение материала и результаты. Рассматриваемая структурная схема состоит из следующих элементов: питающий насос 1, узел ударника 2, устройство управления (УУ) 3, гидропневмоаккумулятор 4. Поршень-боек ударника образует с корпусом камеры прямого 5 и обратного 6 хода.

При составлении математической модели принималось, что срабатывание УУ происходит мгновенно в момент достижения поршнем-бойком одного из крайних положений. В момент удара (левое положение поршня-бойка) камера обратного хода 6 устройством управления 3 соединяется с подводящей магистралью. Давление, действующее на рабочую поверхность, возрастает, что приводит к перемещению поршня-бойка в крайнее правое положение. После чего УУ соединяет камеру 6 со сливной магистралью. Давление в камере 6 падает. Под действием высокого давления в камере прямого хода 5 поршень-боек совершает прямой ход, нанося удар по рабочему инструменту. В дальнейшем цикл повторяется.

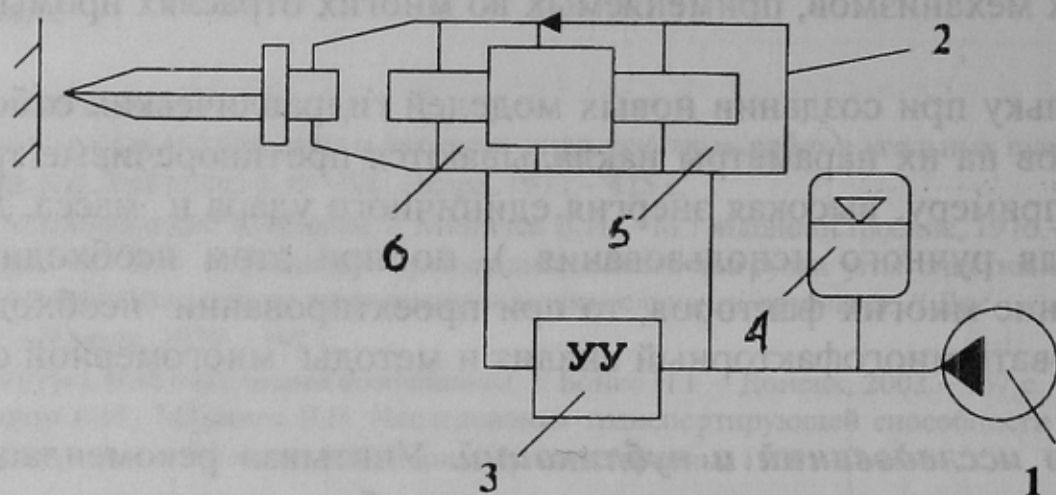


Рисунок – Структурная схема устройства

В результате анализа составленной математической модели [1] было установлено, что рабочий процесс определяют 6 безразмерных комплексов, детальный анализ которых позволил выявить факторы, определяющие рабочий процесс устройства:

$$m_6, p_{03}, W_{03}, k_1, k_2, k_3$$

где m_6 - масса поршня-бойка, p_{03}, W_{03} - начальные значения давления и объема газа в аккумуляторе, $k_1 = \frac{S_2}{S_1}$ - соотношение рабочих площадей поршня-бойка, $k_2 = \frac{B_{сб}}{B_1}$ - сопротивление линии сброса рабочей жидкости относительно сопротивления напорной магистрали, $k_3 = \frac{S_1 x_0}{W_{03}}$ - относительный объем камеры прямого хода.

Для решения поставленной задачи была составлена и построена многофакторная модель в виде полинома второго порядка путем проведения рототабельного дробнофакторного планирования 2^{6-1} эксперимента на ЭВМ [4,5]. При построении плана использовались значения факторов, представленные в табл.1.

Таблица 1 – Значения факторов

Код	m_6 , кг	p_{03} , МПа	$W_{03} \cdot 10^{-3}$, м ³	k_1	k_2	k_3
α	1,50	3,00	0,300	2,000	1,000	0,0500
1	1,21	2,48	0,228	1,478	0,710	0,0369
0	1,00	2,10	0,175	1,100	0,5005	0,0275
-1	0,79	1,72	0,122	0,722	0,291	0,0181
$-\alpha$	0,50	1,20	0,050	0,200	0,001	0,0050
δ	1,00	1,80	0,250	1,800	0,999	0,0450

Полученное уравнение регрессии имеет вид

$$E = -0.292 + 29.45W_{03} - 12.8k_2 + 682.19k_3 + 3.96m_6p_{03} + 205.95m_6W_{03} + 4.04m_6k_2 + 863.8m_6k_3 + 2.38p_{03}k_1 + 65.78W_{03}k_1 + 13.06W_{03}k_2 - 893.96W_{03}k_3 + 2.53k_1k_3 + 471.69k_1k_2 - 23.34m_6^2 + 0.32p_{03}^2 - 442.70W_{03}^2 - 11.61k_1^2 + 1.86k_2^2 - 1776.155k_3^2$$

Графики парных зависимостей, построенные по уравнению регрессии (рис.1, рис.2), свидетельствуют о высоких энергетических показателях ударного механизма. Значение энергии удара в центре плана составляет 38,6 Дж, что вполне приемлемо для разработки принципиальных схем на базе данной структуры.

Выводы и направление дальнейших исследований. Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о возможности создания на основе данной структурной схемы гидравлических ударных механизмов для ручного использования 2-х типоразмеров (в качестве

отбойных молотков с энергией единичного удара 30-45 Дж, бетоноломов 45-55 Дж).

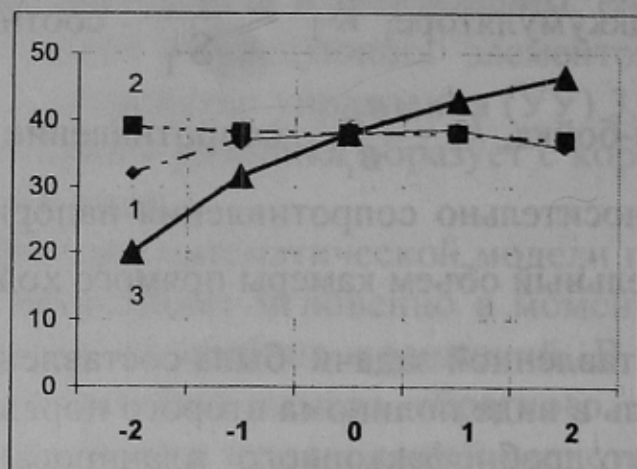


Рис. 1. Зависимости энергии удара от массы и параметров аккумулятора 1- $E = f_1(m)$ 2- $E = f_2(P_{03})$ 3- $E = f_3(W_{03})$

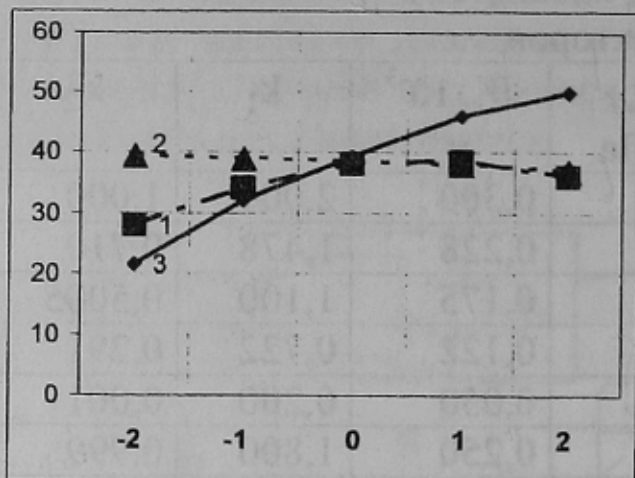


Рис.2 Зависимость энергии удара от безразмерных комплексов 1- $E = f_4(k_1)$ 2- $E = f_5(k_2)$ 3- $E = f_6(k_3)$

Использование данной методики позволит проводить исследования для различных структурных схем на различных подмножествах значений факторов.

Список источников:

1. Теоретические основы создания гидроимпульсных систем ударных органов машин/А.С.Сагинов, И.А.Яценен, Д.Н.Ешуткин, Г.Г.Пивень.-Алма-Ата; Наука, 1985.-256с.
2. Ясов В.Г. Теория и расчет рабочих процессов гидроударных буровых машин.-М: Недра,1977.-153с.
3. Устименко Т.А. , Яценко А.Ф. Определение основных факторов рабочего процесса гидравлических устройств ударного действия. Наукові праці ДНТУ. Випуск 101-Донецьк. ДонНТУ,2005.-164с.
4. Налимов В.В. Теория эксперимента. - М:Наука, 1976. - 279 с.
5. Бондарь А.Г., Статюха Т.А. Планирование эксперимента в химической технологии.-Киев: Вища школа, 1976.-187с.