

УДК 621. 972. 974

Роганов Л. Л.  
Роганов М. Л.  
Абрамова Л. Н.

### УСТАНОВКА ДЛЯ УДЕРЖАНИЯ ГИДРОУПРУГОГО МЕХАНИЗМА В ИСХОДНОМ ПОЛОЖЕНИИ

Гидроупругий механизм (ГУМ) предназначен для накапливания для своей работы потенциальной энергии сжатой жидкости или газа.

Величина накапливаемой энергии зависит от величины активной силы, которая по своей величине не должна превышать силу трения во втулке, удерживающей плунжер за счет сил трения. На рис. 1 показана зависимость конструктивных параметров удерживающего ГУМ силами трения в исходном положении.

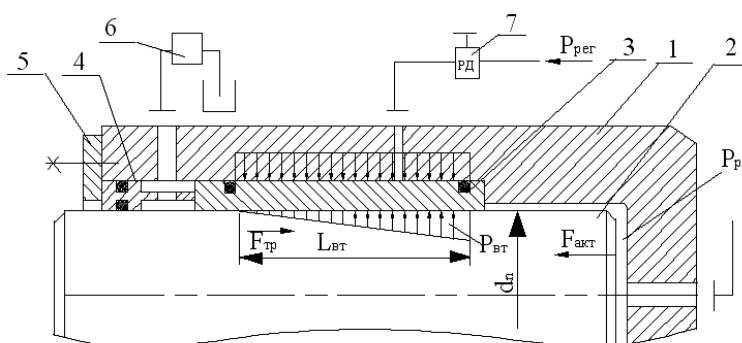


Рис. 1. Схема удержания ГУМ в исходном положении за счет сил трения:

1 – цилиндр; 2 – плунжер; 3 – втулка; 4 – проставка; 5 – фланец; 6 – датчик утечек; 7 – регулятор давления

Условие равновесия имеет вид:

$$F_{акт.} \leq F_{тр}, \quad (1)$$

где  $F_{акт.}$ ,  $F_{тр}$  – соответственно активная сила и сила трения;

$$F_{акт.} = \frac{\rho d_n^2}{4} \cdot P_p, \quad (2)$$

где  $d_n$  – диаметр плунжера;  $P_p$  – давление жидкости (газа), действующее на плунжер:

$$F_{тр} = \rho d_n \cdot l_{вт} \cdot p_{вт} \cdot f, \quad (3)$$

где  $l_{вт}$  – длина втулки, удерживающей плунжер;  $p_{вт}$  – давление жидкости, действующей на внутреннюю поверхность втулки;  $p_{рег.}$  – давление жидкости, действующее на внешнюю поверхность втулки;  $f$  – коэффициент трения между поверхностями втулки и плунжера.

В научно-технической литературе описано большое разнообразие удерживающих устройств для ГУМ [1, 2]. Приведена классификация способов удержания ГУМ в исходном положении при зарядке [3]. Основным недостатком существующих удерживающих устройств являются сравнительная сложность конструкции и сравнительно большие потери на дросселирование жидкости при срабатывании удерживающего устройства.

Целью данной статьи является совершенствование удерживающих механизмов, определение наиболее рациональных параметров удерживающих устройств.

Если подставить в выражение (1) значения параметров удерживающего устройства, то направления, по которым можно совершенствовать удерживающие трением ГУМ определяется как:

$$\frac{pd_n^2}{4} \cdot P_p \leq pd_n \cdot I_{\text{ем}} \cdot P_{\text{ем}} \cdot f. \quad (4)$$

Из выражения (4) видно, что для повышения эффективности удерживающего трением устройства необходимо:

- снизить до минимума активную площадь ГУМ;
- повысить коэффициент трения, как только это возможно;
- по возможности разделить функции уплотнительных и удерживающих устройств.

Такие технические решения позволяют усовершенствовать устройства для удержания трением ГУМ. Уменьшение активной площади ГУМ зависит от конструктивных особенностей механизма и решаются в каждом конкретном случае.

Повышение коэффициента трения возможно с применением накладок из фрикционных материалов типа ферродо, гетинакс, ретинакс, металлокерамических материалов, у которых коэффициент трения достигает величин 0,25 – 0,4 [4].

Установка фрикционных вставок особенно эффективна при выполнении условия разделения функций уплотнений и удерживающих устройств. В этом случае удерживающие устройства могут объединяться в группы и устанавливаться в удобных для обслуживания местах.

Разделение функций уплотнительных и удерживающих устройств на одной конструкции ГУМ представлено на рис. 2.

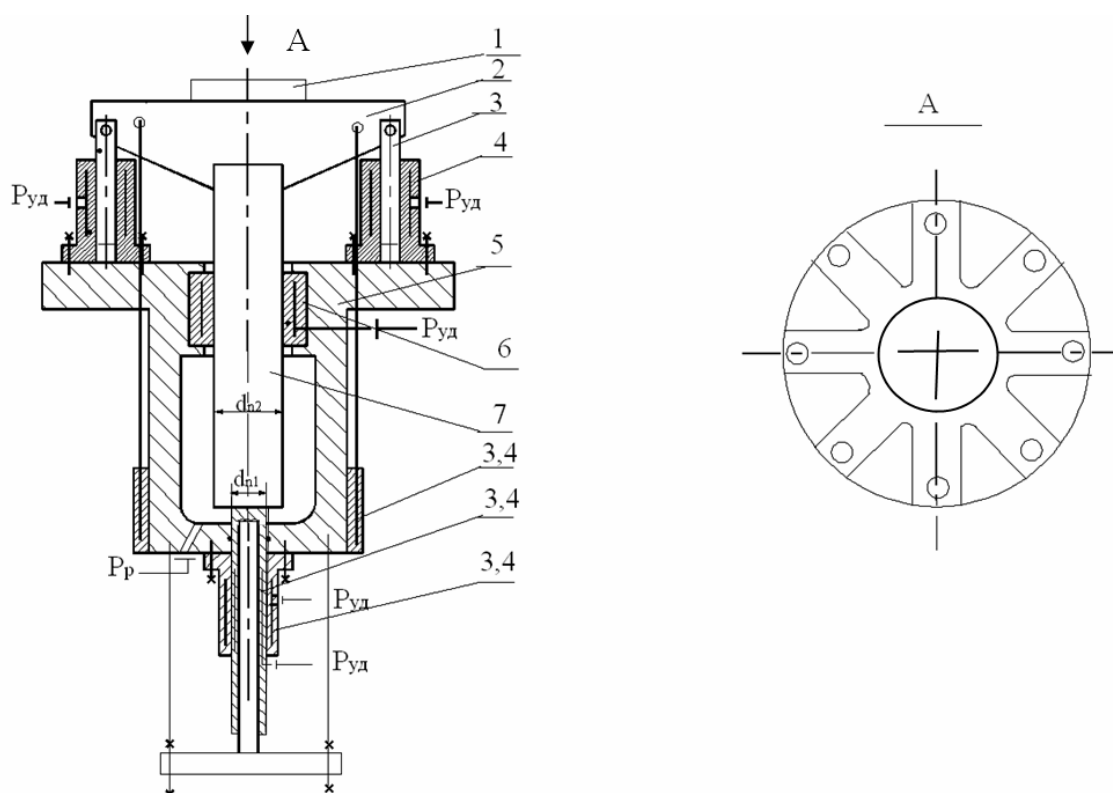


Рис. 2. Ударный стенд с ГУМ с разделенными уплотнительными и удерживающими устройствами:

1 – испытываемое изделие; 2 – стол; 3 – удерживающее устройство; 4 – регулируемая щель; 5 – цилиндр-аккумулятор; 6 – уплотнительное устройство, совмещенное с удерживающим устройством; 7 – плунжер стенда

Для проведения экспериментальных исследований удерживающих устройств была разработана специальная установка [1].

В ней использовались в качестве удерживающих устройств деформируемые по наружному диаметру втулки, внутренний диаметр которых охватывает плунжер. На плунжер действует активная сила, которая соответствует заданной величине. Сила трения, возникающая между внутренней поверхностью втулки и плунжером, удерживает плунжер от сдвига в соответствии с выражениями (1) и (2). Диаметр плунжера был выбран 40 мм, толщина стенки втулки была 5 мм, длина удерживающей поверхности  $l_{вт.} = 90$  мм. В качестве материалов втулок использовались: сталь, чугун, латунь, капрон, текстолит. В качестве давлений регулирования на наружную поверхность втулки применялось давление от 0 до 14 МПа. Результаты эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований сил перемещения плунжера в зависимости от материала втулок и давления на наружную поверхность втулки

Материал втулки	Давление удержания втулки $P_{уд}$ , МПа	Сила осевого смещения плунжера, Н
Сталь	0–14	160–245
Чугун	0–14	240–350
Латунь	0–14	260–360
Капрон	0–4	290–3500
Текстолит	0–4,5	280–3220

Анализ показывает, что радиальная деформация удерживающих втулок лежит в пределах упругой деформации материала втулок, зависит от его модуля упругости и может определяться по известным зависимостям Ляме. Установлены предельные значения удерживающего давления втулок.

На рис. 2 под поз. 3 и 4 представлены различные варианты исполнения удерживающих устройств. Рабочее давление  $P_p$  действует на активную площадь, образованную диаметрами плунжеров  $d_{n1}$  и  $d_{n2}$ . Активная сила удерживается удерживающими и уплотнительными втулками поз. 3, 4, 6 и их комбинацией при подаче в щели поз. 4 давления  $p_{рег.}$ . При снятии со щелей поз. 4 удерживающего давления –  $p_{уд.}$ , удерживающие устройства снимают усилие удержания и ударный стенд срабатывает. Сила удержания плунжера распределяется по длине втулки равномерно согласно выражению (4), но конкретно она может сосредоточиться на торцах втулки (местах соединения щели с  $p_{рег.}$  с внутренней поверхностью втулок 4, рис. 2).

Возникает задача усиления внутренней поверхности удерживающей втулки 4. Одним из возможных решений этой задачи является выполнение втулки двухслойной с креплением слоев, например, резьбой с дополнительным уплотнением, как показано на рис. 3. Возможно также выполнение крепления слоев удерживающих устройств с помощью сварки, что значительно упрощает конструкцию устройства. Такое решение не позволяет регулировать относительное положение слоев втулки по длине, что может выявиться в процессе эксплуатации устройства.

Схемы выполнения удерживающих устройств с ответными резьбовыми втулками позволяют получить следующие преимущества:

- распределить тормозящую нагрузку по длине втулки –  $l_{вт.}$ ;
- обеспечить взаимозаменяемость отдельных деталей удерживающего устройства;
- применять втулки поз. 1 и 4 из разных материалов;
- применять накладки на втулке поз. 4.

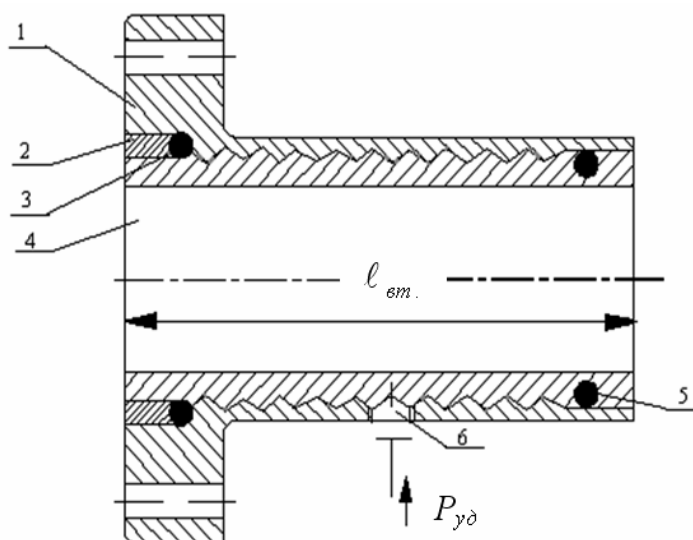


Рис. 3. Схема выполнения удерживающих устройств с резьбовыми втулками:

1 – наружное кольцо с внутренней резьбой; 2 – промежуточное кольцо; 3 – уплотнительное кольцо; 4 – внутреннее кольцо; 5 – уплотнительное кольцо; 6 – подвод управляющего давления

### ВЫВОДЫ

В результате разработки новых видов удерживающих устройств для ГУМ ударных стендов получены новые схемы ГУМ, в которых практически отсутствуют потери энергии упругости сжатой жидкости (газа) на запуск механизма на срабатывание. Новые удерживающие устройства характеризуются простотой исполнения и работой.

Новые схемы удерживающих устройств могут найти применение в ГУМ привода ударных стендов, импульсных ударных устройств для процессов обработки материалов давлением и других машин с ГУМ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова Л. Н. Совершенствование узлов уплотнений и направляющих кузнечно-прессового оборудования на основе разработанных гидравлически регулируемых посадочных соединений : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.05 : защищена 23.03.07 : утв. 14.06.07 / Абрамова Любовь Николаевна. – Краматорск, 2007. – 268 с.
2. Роганов Л. Л. Моделирование систем удержания подвижных частей высокоскоростных молотов при накоплении упругой энергии в рабочем цилиндре-аккумуляторе / Л. Л. Роганов, Л. Н. Абрамова, М. Л. Роганов // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : темат. зб. наук. праць. – Краматорськ : ДДМА, 2006. – С. 442–446.
3. Роганов Л. Л. Гидроупругий привод кузнечно-прессовых машин : учебное пособие / Л. Л. Роганов, М. Л. Роганов. – Краматорск : ДГМА, 2005. – 128 с.
4. Роганов Л. Л. Формование фрикционных порошков на пресс-молоте с гидромпульсным приводом / Л. Л. Роганов, Л. Н. Соколов, А. Ф. Тарасов // Авиационная промышленность. – 1983. – № 10. – С. 71–72.

Роганов Л. Л. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой МТО ДГМА;

Роганов М. Л. – канд. техн. наук, доц., директор ИПКПК;

Абрамова Л. Н. – канд. техн. наук, ст. преп. кафедры ОПМ ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

ИПКПК – Институт повышения квалификации и подготовки кадров, г. Краматорск.

E-mail: [lev.roganov@dgma.donetsk.ua](mailto:lev.roganov@dgma.donetsk.ua)