

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ УДАРНЫХ СТЕНДОВ**Роганов Л. Л., Роганов М. Л., Пыц В. Я., Грановский А. Е.**

Проведен анализ исследований и разработок в области ударных стендов. Рассмотрены типы ударных стендов. Определена актуальность темы исследования. Произведен сравнительный анализ двух основных групп стендов: ударных стендов, реализующих принцип торможения, и ударных стендов, реализующих принцип разгона. Рассмотрены ударные стенды мировых производителей. Определены преимущества и недостатки ударных стендов, реализующих принцип торможения и разгона. Рассмотрен гидроупругий привод, разработанный на кафедре МТО ДГМА. Определены преимущества ударного стенда на базе гидроупругого привода по сравнению с остальными ударными стендами. Сделаны выводы об актуальности данной проблемы и рассмотрены направления развития в области ударного стенда на базе гидроупругого привода.

Проведено аналіз досліджень та розробок в області ударних стендів. Розглянуті типи ударних стендів. Визначена актуальність теми дослідження. Проведено порівняльний аналіз двох основних груп стендів: ударних стендів, які реалізують принцип гальмування, та ударних стендів, які реалізують принцип розгону. Розглянуто ударні стенди світових виробників. Визначенні переваги і недоліки ударних стендів, які реалізують принцип гальмування і розгону. Розглянуто гідропружній привід, розроблений на кафедрі МТО ДДМА. Визначенні переваги ударного стенда на базі гідропружнього привода в порівнянні з рештою ударних стендів. Зроблені висновки про актуальність даної проблеми та розглянуті напрямки розвитку в області ударного стенда на базі гідропружнього привода.

Analysis of investigations and devices in the field of impact machines is made. Necessity of investigating theme is defined. Comparing analysis of two main groups of devices – impact with decelerating principle and impact with accelerating principle – is fulfilled. Impact devices of world producers are described. Advantages and disadvantages of impact devices with decelerated and accelerated principles are defined. Hydro-elastic drive designed in MTO department of DSEA is described. Advantages of impact device of the basis of hydro-elastic drive comparing with others impact devices are determined. Conclusions concerning necessity of the problem are made, main directions of development in the field of impact devices in the basis of hydro-elastic drive are considered.

Роганов Л. Л.

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой МТО ДГМА
lev.roganov@dgma.donetsk.ua

Роганов М. Л.

канд. техн. наук, доц., директор ИПКПК

Пыц В. Я.

аспирант ДГМА

Грановский А. Е.

студент ДГМА

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск

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

УДК 621.81:539.3/5

Роганов Л. Л., Роганов М. Л., Пыщ В. Я., Грановский А. Е.

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ УДАРНЫХ СТЕНДОВ

Проблема исследования и разработки ударных стендов является актуальной, т. к. при работе и транспортировке многие приборы и устройства могут подвергаться ударным воздействиям, что в свою очередь приводит как к нарушению механической прочности, так и к функциональной и эксплуатационной характеристик. Вследствие этого над объектом проводят ударные испытания для определения максимально возможного воздействия ударной нагрузки без нарушения свойств объекта.

Различают следующие виды ударных испытаний: на ударную устойчивость при многократном воздействии; на ударную прочность при многократном воздействии; на воздействие одиночных ударов большой интенсивности; на прочность при транспортировании и падении, которые производят на ударных стендах.

В зависимости от вида воспроизводимого ударного нагружения стенды разделяют на четыре группы [1]: стенды для воспроизведения одиночных ударных импульсов; стенды для воспроизведения многократных ударных нагрузок; стенды для воспроизведения сложных видов ударного нагружения; стенды для воспроизведения специфических условий соударения.

Ударный стенд в общем виде включает следующие устройства [2]: ударную установку, которая в зависимости от назначения имеет различное исполнение; систему управления в виде выносного пульта или отдельной стойки управления; систему питания; контрольно измерительную аппаратуру; вспомогательные устройства, дополняющие и расширяющие функциональные возможности ударного стенда и состоящие из соединительных кабелей, переходных устройств, элементов крепежа и т. п.

Ударные установки классифицируют в зависимости от принципа создания ударного нагружения, месторасположения испытуемого объекта, способов получения требуемой скорости соударения и крепления наковальни.

Целью работы является изучение конструктивных схем ударных стендов, исследование их преимуществ и недостатков, а также описание ударного стенда на базе гидроупругого привода, разработанного в ДГМА (Украина).

В зависимости от принципа создания ударного нагружения на испытуемое изделие ударные установки делятся на два вида: ударные установки, действие которых основано на принципе торможения; ударные установки, действие которых основано на принципе разгона.

В установках первого вида ударное нагружение создается при соударении подвижной и неподвижной частей установки через тормозное устройство. При этом передний фронт ударного импульса создается при торможении подвижной части установки за счет деформирования тормозного устройства, а задний фронт – за счет его восстанавливающих свойств.

Ударные установки, реализующие принцип торможения, обязательно содержат кроме платформы, служащей для установки и закрепления на ней испытуемого изделия, тормозное устройство и ударную наковальню.

Вопросу разработки ударных стендов большое внимание уделяют зарубежные фирмы. К ведущим мировым производителям ударных стендов относятся Швейцария (Elstar), США (Lansmont Corporation), Китай (STI).

ELSTAR Elektronik AG (Швейцария) один из ведущих мировых производителей ударных стендов [3]. Ударные стенды этой фирмы отличаются мобильностью и высокой скоростью, спроектированы специально для современных отраслей промышленности.

Основные технические характеристики ударных стенов и модельный ряд производства фирмы Elstar приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики ударных стенов и модельный ряд

Модель ударного стенов	STM 5	STM 10 P	STM 10	STM 50	STM 100	STM 200
Нагрузка, кг	5	10		50	100	200
Количество ударов	1-60					
Длительн. ударного импульса, мс	0,3-12	0,5-12	0,8-20	1-30		2-20
Максимальное ускорение, g	2000	1400	300	600	620	300
Размер стола, мм	Куб 150 × 150 × 150	320 × 250		450 × 500	500 × 450	600 × 800
Габариты стенов (Ш × Д × В), мм	350 × 1250 × 1070	420 × 350 × 850	420 × 350 × 530	450 × 500 × 1000	450 × 500 × 1350	600 × 800 × 1375
Вес, кг	120	510	340	980	1250	2500
Питание	1/Ν/PE AC 220В ±10% 50Гц					
Сжатый воздух	6 бар 260 л/мин	6 бар 600 л/мин	6 бар 300 л/мин	6 бар 600 л/мин	6 бар 1250 л/мин	6 бар 2050 л/мин

Ударный стенов данной фирмы приведен на рис. 1.



Рис. 1. Ударный стенов STM50

Компания Lansmont Corporation (США) [4] представляет широкий модельный ряд типовых (более 30 моделей) и изготавливаемых на заказ ударных стенов (рис. 2), которые предназначены для решения стандартных и уникальных задач по испытанию продукции военного и гражданского назначения. Модельный ряд и краткие технические характеристики ударных стенов компании Lansmont приведен в виде табл. 2.



Рис. 2. Ударный стенд серии eXtreme Speed Series

Таблица 2

Модельный ряд и технические характеристики ударных стенов Lansmont

Серия	Модель	Размер стола, см	Максимальная масса образца, кг	Максимальное ускорение (стол без нагрузки)
Standard	15D	15,2×15,2	18	2000g
	23	23×23	36	5000g
	23D	23×23	18	2000g
	65/81	65×81	227	600g
	65/81D	65×81	227	600g
	95/115	95×115	1134	600g
	95/115D	95×115	1134	600g
	122	122×122	1134	500g
Performance	От P15 до P30	от 15×10 до 30×40	50	2000g-5000g
	От P30M до P60M	от 30,5×30,5 до 60,9×60,9	68	1500g
	P65/81L	65×81	680	1000g
	P95/115L	95×115	1134	1000g
	P122L	122×122	1134	1000g
High Speed	От HS15 до HS30	от 15×15 до 30×30	113	5000g-10000g
eXtreme Speed	От HSx15 до HSx30	от 15×15 до 30×30	113	10000g
	От HSx30M до HSx60M	от 30×30 до 60×60	907	1500g-7500g

Компания «STI» является крупнейшим в Азии производителем испытательного оборудования для тестирования и испытания материалов и изделий для различных отраслей промышленности: авиастроение, микроэлектроника, машиностроение, и многих других [5]. В настоящее время оборудование фирмы «STI» успешно эксплуатируется на таких предприятиях в Китае, как Siemens, Panasonic, Motorola, Philips и др.

Ударные стелды одиночного действия фирмы STI (рис. 3) (Китай).



Рис. 3. Ударный стелд фирмы STI

Данные ударные стелды работают по принципу «свободного падения» стола с установленным на нем изделием на наковальню с прокладками, которые определяют форму и длительность удара. Ударные стелды точно воспроизводят реальные условия ударного воздействия и не нуждаются в дополнительном фундаменте для установки, и не передают колебания окружающей среде. Ударные стелды находят свое применение для испытаний изделий авиационной, аэрокосмической, кораблестроительной, оружейной, электронной и автомобилестроительной промышленности [6]. Основные технические характеристики модельного ряда ударных стелдов приведены в табл. 3.

Обладая такими преимуществами, как простота конструкции, постоянная величина перегрузки, ударные установки со свободным падением подвижной части не позволяют получать больших скоростей соударений.

Однако в стелдах, реализующих принцип торможения, при предварительном разгоне испытуемого объекта на него могут действовать значительные перегрузки. Особенно большими такие перегрузки могут быть при принудительном разгоне платформы с испытуемым объектом. Кроме того, большие трудности связаны с выбором тормозных уст-

роЙств, обеспечивающих постоянство характеристик ударного импульса, обусловленные различием механических свойств материалов прокладок. Помимо этого необходимо знать закон изменения начальной скорости соударения в зависимости от массы подвижной части.

Таблица 3

Основные технические характеристики и модельный ряд

Модель ударного стенда	CL 20	CL 50	CL 100	CL 200	CL 300	CL 500	CL 1000	
Нагрузка, кг	20	50	100	200	300	500	1000	
Длительн. ударного импульса, мс	1-18	1-50		1-30		1-18	3-18	
Максимальное ускорение: – полусинус; – пила; – трапеция, мс	150–6000 150–1000 150–1000			150–500 150–500 150–500		150–6000 150–500 150–500	150–2000 150–500 150–500	
Размер стола, мм	400 × 400		500 × 500	800 × 650	1000 × 800		1200x1000 1200x1200	
Габариты стенда (Ш × Д × В), мм	1510 × 900 × 2850		1750 × 1000 × 2850		1900 × × 1200 × 2850	2300 × × 1550 × × 3000	2500 × 1750 × 3000	
Вес, кг	3500		4000	4500	5500	6500	8500	11000

При принудительном разгоне подвижной части различают ударные установки по принципу действия устройства ускоренного разгона на установки механического, электро-механического, пневматического, гидропневматического типа.

Однако пневматический привод ударных стендов не позволяет получать импульсы малой длительности при больших пиковых значениях ускорений из-за большого пути разгона. Стенды с электромагнитным приводом эффективны только для объектов малой массы. Ударные стенды, использующие в качестве аккумулятора энергии пороховые газы, не безопасны в эксплуатации. Ударные стенды, принцип действия которых основан на разгоне испытуемого объекта, также имеют ряд недостатков. Стенды этого типа имеют сложную конструкцию и сложную систему регулирования формы и времени действия ударного импульса в режиме разгона (путем заданного режима дросселирования жидкости в процессе активного хода, подбором вида жидкости, изменением ее упругих свойств, изменением конструкции привода подвижных частей, регулированием системы торможения).

Проблема разработки ударных стендов, обеспечивающих стабильные результаты испытаний, позволяющих производить регулировку параметров импульса ударного ускорения, надежных, экологически чистых и безопасных в эксплуатации, может быть успешно решена в результате применения в качестве рабочего органа стенда гидроупругого привода, который в качестве аккумулятора энергии использует предварительно сжатую жидкость. В качестве рабочей жидкости применяются минеральные масла (АМГ-10, МГЕ-10Л, И-12Л, И-20Л, И-30Л, И-40Л и др.).

В ДГМА под руководством Л. Л. Роганова разработаны машины для процессов обработки металлов давлением и других процессов на базе гидроупругого привода [6–9]. Источником энергии во всех этих машинах является предварительно сжатая жидкость.

Как показал опыт авторов [10–13], для машин возвратно-поступательного движения с большой мгновенной мощностью наиболее рациональным является гидравлический привод, имеющий ряд преимуществ, главный из которых – простота и надежность автоматического повторения рабочих циклов.

В гидроимпульсном приводе объединяются свойства объемного и динамического гидропривода, то есть передача механической энергии жидкости осуществляется как за счет изменения объема рабочих камер, так и за счет взаимодействия струи жидкости с рабочим органом машины. Указанные особенности гидроимпульсного привода определяют его преимущества – повышенную энергоемкость и значительное быстродействие, важное для всех техпроцессов, осуществляемых на машинах ударного действия, действующих на принципе разгона.

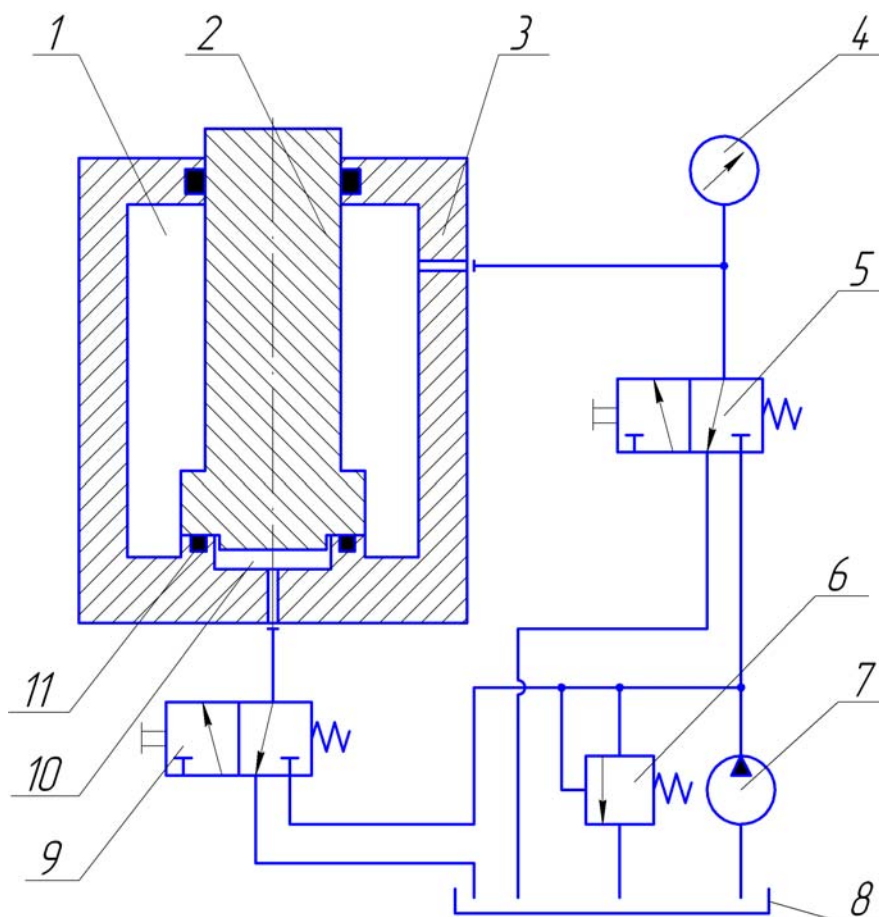


Рис. 4. Принципиальная гидравлическая схема гидроупругого привода [14]:

1 – рабочая камера; 2 – плунжер; 3 – гидроцилиндр; 4 – манометр; 5, 9 – распределительные клапаны; 6 – предохранительный клапан; 7 – насос; 8 – бак; 10 – управляющая полость; 11 – торцевое уплотнение плунжера

На рис. 4 представлена принципиальная схема гидроупругого механизма, состоящего из гидроцилиндра 3 с герметично введенным в рабочую камеру ступенчатым плунжером 2, между торцом которого и дном цилиндра образована герметизированная управляющая полость 10 для подключения ее к источнику управляющего давления. В исходном положении плунжер 2 занимает нижнее положение. Насосом 7 создается давление в рабочей камере 1. Управляющая полость 10 соединена со сливом. Величина давления в рабочей камере контролируется манометром 4. При достижении заданной величины давления в рабочей камере управляющая полость путем переключения распределительного клапана 9 отсекает от слива и соединяется с нагнетанием. Давление подается в управляющую полость и начинает воздействовать на нижний торец плунжера. Для того чтобы привести механизм в исходное положение, производится переключение распределительных клапанов 5, 9, при котором рабочая камера

и управляющая полость соединяются со сливом. При этом плунжер опускается в нижнее положение под собственным весом или при помощи возвратных цилиндров (на рис. 4 не показаны).

Исходя из этого, можно сказать, что использование энергии упругости сжатой жидкости в приводе быстродействующих машин и, в частности, в ударных стендах позволяет: повысить единичную энергию ударного импульса, обеспечить плавную и точную регулировку энергии удара, эксплуатировать оборудование в более безопасных условиях, чем при других видах привода, снизить загрязненность окружающей среды, применять в системе управления стандартную гидроаппаратуру и насосы.

ВЫВОДЫ

Разработка ударных стендов для испытаний является актуальной задачей промышленного производства, имеющей целью повышение качества и надежности выпускаемых изделий. Существующих результатов исследований гидравлических ударных стендов недостаточно, особенно мало изученными являются вопросы регулирования ударного импульса. Не нашли еще широкого применения ударные стенды на базе гидроупругого привода, то есть, использующие энергию предварительно сжатой жидкости, позволяющие создавать импульсы ударного ускорения, регулируемые в широких амплитудных и временных диапазонах. Не существует единой методики расчета и проектирования стендов на базе гидроупругого привода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бураго А. Н. Стенды для испытаний изделий на ударные воздействия / А. Н. Бураго. – Л. : ЛДНТП, 1979. – 240с.
2. Машины и приборы для программных испытаний на усталость / Под ред. М. Э. Гарфа. – Киев : Наук. думка, 1970. – 196 с.
3. Назилин С. В. Ударные стенды многократного действия производства фирмы Elstar [Электронный ресурс] / С. В. Назилин. – Режим доступа: http://www.tech-e.ru/2008_5_74.php. – Заглавие с экрана.
4. Ударные стенды производства США и Японии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://assemrus.ru/oborudovanie/ispytatelnoe-oborudovanie/udarnye-stendy>. – Заглавие с экрана.
5. Ударные стенды производства Китая [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sovtest.ru/ru/type_eq/ispytaniya/mekhanicheskie-ispytaniya/udarn. – Заглавие с экрана.
6. К вопросу определения скоростей и ускорений при импульсной обработке металлов : тез. докл. респ. научно-технической конференции «Высокопроизводительные металлосберегающие процессы обработки металлов», 19–20 апреля 1984, Кишинев / [Роганов Л. Л., Мурашко А. И., Александров М. В. и др.]. – Кишинев, 1984. – С. 145–146.
7. Искович-Лотоцкий Р. Д. Машины вибрационного и виброударного действия / Р. Д. Искович-Лотоцкий, И. Б. Матвеев, В. А. Крат. – Киев : Техника, 1982. – 208 с.
8. Баишта Т. М. Машиностроительная гидравлика / Т. М. Баишта. – М. : Машиностроение, 1974. – 606 с.
9. Бегларян В. Х. Механические испытания приборов и аппаратов / В. Х. Бегларян. – М. : Машиностроение, 1980. – 223 с.
10. Клюев В. В. Приборы и системы для измерения вибрации, шума и удара / В. В. Клюев. – М. : Машиностроение, 1978. – Кн. 2. – 439 с.
11. Диамантопуло К. К. Гамма новых машин для резки движущихся профилей / К. К. Диамантопуло, Л. Н. Соколов, Л. Л. Роганов // Тез. докл. науч.-техн. конф. «Совершенствование кузнечно-штамповочного оборудования ударного действия и создание робототехнических комплексов горячей штамповки». – Ижевск, 1982. – С. 4–6.
12. Импульсная машина для резки профилей в процессе прессования / А. Д. Кирицев, К. К. Диамантопуло, В. П. Николаев [и др.] // Кузнечно-штамповочное производство. – 1977. – № 2. – С. 31–33.
13. Роганов Л. Л. Импульсные машины ударного действия с гидроупругим приводом / Л. Л. Роганов, Л. Н. Соколов, А. Ф. Тарасов // Обработка металлов в машиностроении. – Харьков : Вища школа, 1982. – Вып. 18. – С. 79–83.

Статья поступила в редакцию 08.11.2011 г.