

Copyright © 2014 by Academic Publishing House *Researcher*

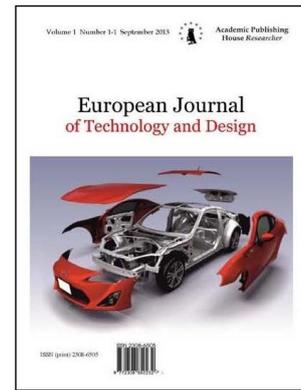
Published in the Russian Federation
European Journal of Technology and Design
Has been issued since 2013.

ISSN: 2308-6505

E-ISSN: 2310-3450

Vol. 6, No. 4, pp. 184-188, 2014

DOI: 10.13187/ejtd.2014.6.184

www.ejournal4.com

UDC 621.867.8

Optimization of the Pneumatic Plant's Parameters for Crash-Tests of Shell Rings

Mikhail P. Rodygin

Izhevsk State Technical University, Russian Federation

E-mail: m-rodygin@mail.ru

Abstract

On the work there was formulate a mathematical model of the pneumatic plant for crush-tests of rocket's shell rings. There was produced a numerical experiment, that can a possibility for optimization of the plant's parameters.

Keywords: crash-tests; pneumatic device; spherical shell; air bladder; main valve.

Введение

Ударные испытания являются одним из наиболее важных видов испытаний в ракетной технике. С их помощью исследуется ударная прочность конструкций, запас ударной устойчивости и вибрационная устойчивость. В зависимости от способа разгона ударника стенды можно классифицировать на электромагнитные, механические, гидропневматические. Критерием качества проектируемого пневматического стенда является возможность обеспечения заданной скорости ударника при выбранной массе с минимальными затратами мощности. По сравнению с другими типами стендов задача оптимизации является многокритериальная – если, например, на механическом стенде скорость ударника определяется лишь высотой его отклонения, то у пневматического стенда необходимо проанализировать целый комплекс параметров [1, 2].

Для выявления степени влияния каждого из параметров на скорость ударника была разработана математическая модель заданной пневмогидравлической схемы установки (рис. 1) [3, 4, 5]. Модель состоит из четырех дифференциальных и свыше двух десятков алгебраических уравнений. Для получения численного решения осуществлялось интегрирование по методу Эйлера.

Результаты

В результате исследования модели установки было выявлено, что наиболее эффективно скоростью ударника можно управлять через объем камеры – при ее увеличении наиболее существенно уменьшается скорость (рис. 2). С увеличением проходного сечения главного клапана скорость увеличивается, но менее интенсивно, чем в первом случае (рис. 3). Влияние зазора между ударником и стволом не столь однозначное: при увеличении зазора на первом этапе скорость растет, достигая максимального значения при относительном зазоре 0,84, после чего снижается (рис. 4). А вот влиянием температуры газа, газовой постоянной и показателем адиабаты, как показали расчеты, можно пренебречь.

Исследование падения характеристик при многократных испытаниях показало, что

при относительно быстром падении давления скорость меняется незначительно (рис. 5), таким образом, стенд с выбранными параметрами можно эксплуатировать как минимум несколько десятков раз без подзарядки.

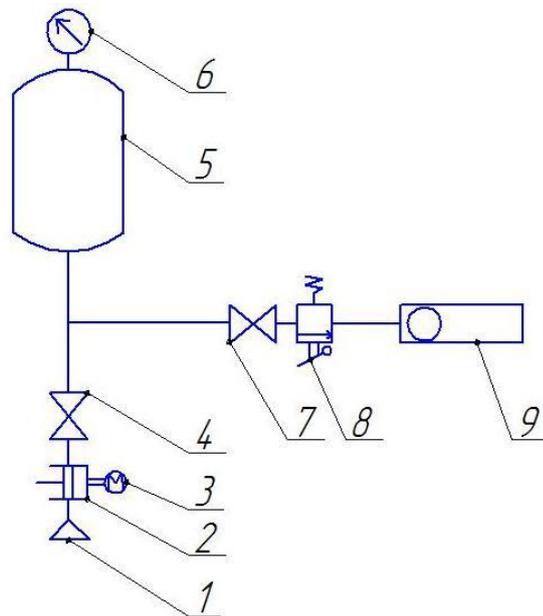


Рис. 1. Принципиальная пневматическая схема стенда для ударных испытаний: 1 – заборное устройство; 2 – компрессор; 3 – привод компрессора; 4, 7 – арматура; 5 – воздушный баллон; 6 – манометр; 8 – главный клапан; 9 – пушка

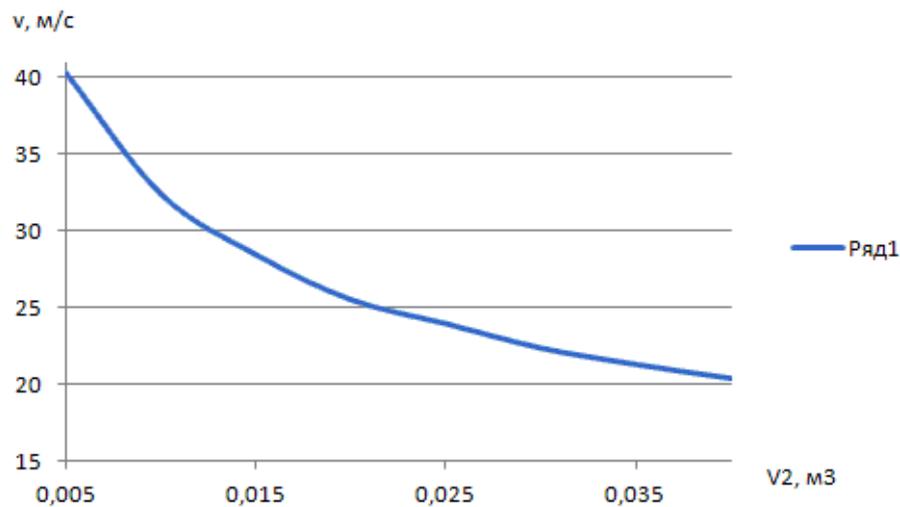


Рис. 2. Зависимость скорости от объема камеры

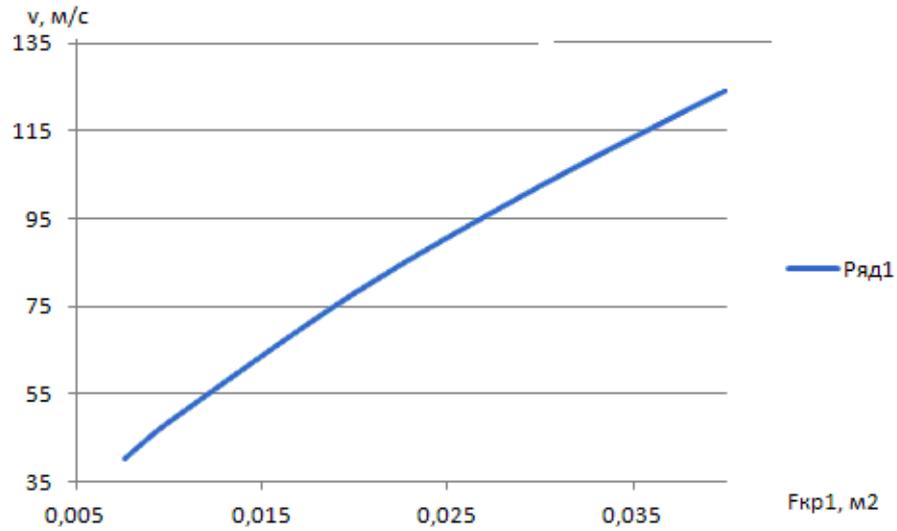


Рис. 3. Зависимость скорости от площади проходного сечения главного клапана

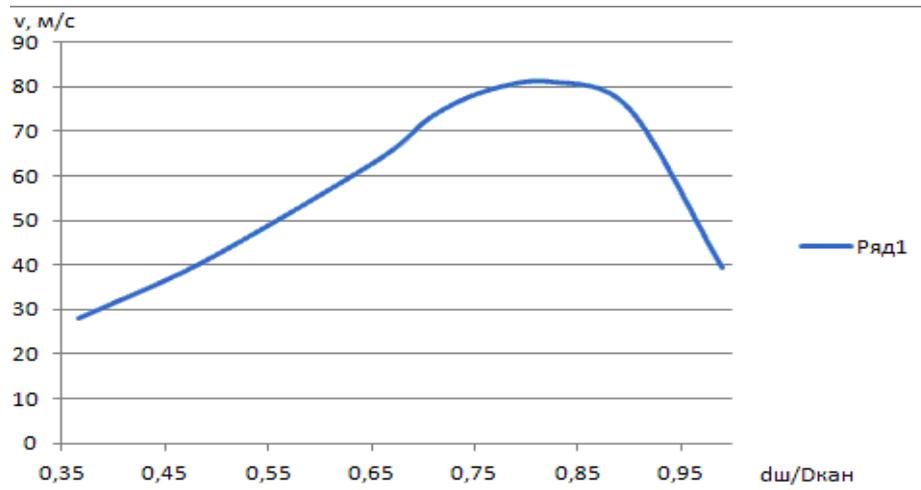


Рис. 4. Зависимость скорости от относительного зазора

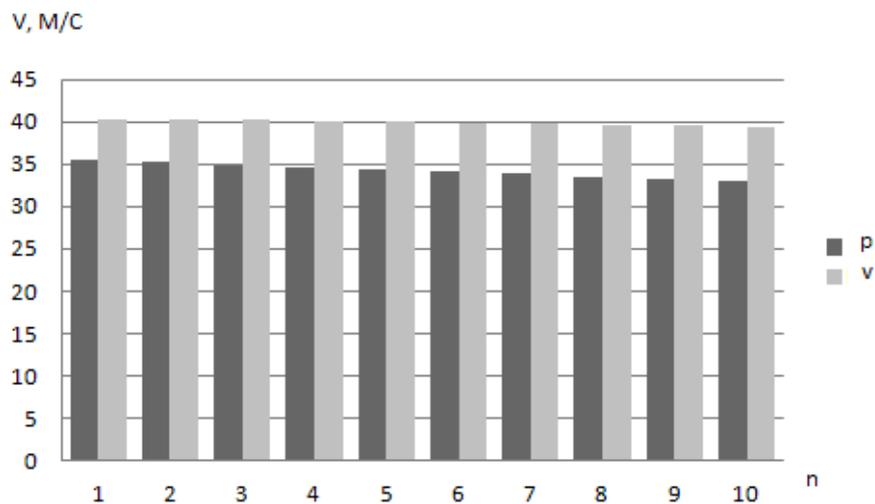


Рис. 5. Зависимость скорости и давления от числа испытаний

Заклучение

В ходе работы произведена оптимизация стенда для ударных испытаний, выявлено, что наилучшим образом на его параметры можно влиять через объем камеры и площадь проходного сечения главного клапана. Основные результаты работы были опубликованы [6, 7].

Примечания:

1. Митюков Н.В., Крауфорд К.Р., Бусыгина Е.Л., Ганзий Ю.В., Романенко И.В. Внутренняя баллистика дульнозарядных гладкоствольных орудий // Химическая физика и мезоскопия. 2012. Т. 14. № 3. С. 371-375.

2. Митюков Н.В., Мокроусов С.А. Идентификация параметров пневматической артиллерии для подводных лодок // Вопросы оборонной техники. Серия 16 "Технические средства противодействия терроризму". 2008. № 11-12. С. 35-38.

3. Митюков Н.В., МакШерри П.М. Применение имитационного моделирования для оценки эффективности пневматической пушки // Вестник ИжГТУ. 1999. № 4. С. 6-9.

4. Математическая модель гидропневмоавтоматики: Отчет о НИР (заключ.) / Камский ин-т гуманитарных и инженерных технологий. КИГИТ; рук. Митюков Н.В. Ижевск, 2010. 53 с. Инв. № 50-2009.

5. Моделирование газомеханических систем. Моделирование переходных процессов в элементах газомеханических систем: отчет о НИР (заключ.) / Ижевский гос. техн. ун-т. ИжГТУ; рук. Храмов С.Н. Ижевск, 1998. – 29 с.– № ГР 0198002046; Инв. № 02980002118.

6. Rodygin M.A. i in. Optymalizacja parametrów instalacji pneumatycznej // Nauka: teoria i praktyka – 2014: Materiały X Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji (Przemysł, 7–15 sierpnia 2014 roku). Vol. 7. Techniczne nauki. Przemysł: Nauka i studia, 2014. S. 11-14.

7. Родыгин М.П. Модель пневматической установки для ударных испытаний // Новый университет. Сер. Технические науки. 2014. № 5–6. С. 54-77. DOI: 10.15350/2221-9552.2014.5-6.0008.

References:

1. Mityukov N.V., Krauford K.R., Busygina E.L., Ganzii Yu.V., Romanenko I.V. Vnutrennyaya ballistika dul'nozaryadnykh gladkostvol'nykh orudii // Khimicheskaya fizika i mezoskopiya. 2012. T. 14. № 3. S. 371-375.

2. Mityukov N.V., Mokrousov S.A. Identifikatsiya parametrov pnevmaticheskoi artillerii dlya podvodnykh lodok // Voprosy oboronnoi tekhniki. Seriya 16 "Tekhnicheskie sredstva protivodeistviya terrorizmu". 2008. № 11-12. S. 35-38.

3. Mityukov N.V., MakSherri P.M. Primenenie imitatsionnogo modelirovaniya dlya otsenki effektivnosti pnevmaticheskoi pushki // Vestnik IzhGTU. 1999. № 4. S. 6-9.

4. Matematicheskaya model' gidropnevmoavtomatiki: Otchet o NIR (zaklyuch.) / Kamskii in-t gumanitarnykh i inzhenernykh tekhnologii. KIGIT; ruk. Mityukov N.V. Izhevsk, 2010. 53 s. Inv. № 50-2009.

5. Modelirovanie gazomekhanicheskikh sistem. Modelirovanie perekhodnykh protsessov v elementakh gazomekhanicheskikh sistem: otchet o NIR (zaklyuch.) / Izhevskii gos. tekhn. un-t. IzhGTU; ruk. Khramov S.N. Izhevsk, 1998. – 29 s.– № GR 0198002046; Inv. № 02980002118.

6. Rodygin M.A. i in. Optymalizacja parametrów instalacji pneumatycznej // Nauka: teoria i praktyka – 2014: Materiały X Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji (Przemysł, 7–15 sierpnia 2014 roku). Vol. 7. Techniczne nauki. Przemysł: Nauka i studia, 2014. S. 11-14.

7. Rodygin M.P. Model' pnevmaticheskoi ustanovki dlya udarnykh ispytaniy // Novyi universitet. Ser. Tekhnicheskie nauki. 2014. № 5–6. S. 54-77. DOI: 10.15350/2221-9552.2014.5-6.0008.

УДК 621.867.8

Оптимизация параметров пневматической установки для ударных испытаний обечаек

Михаил Павлович Родыгин

Ижевский государственный технический университет, Российская Федерация
E-mail: m-rodygin@mail.ru

Аннотация. В работе сформулирована математическая модель пневматической ударной установки для испытаний обечаек ракетной техники. Проведенный численный эксперимент дал возможность провести оптимизацию параметров установки.

Ключевые слова: ударные испытания; пневматическое устройство; сферический снаряд; воздушный баллон; главный клапан.