



МИНОБРНАУКИ РФ  
Российский фонд  
фундаментальных исследований  
Национальный исследовательский  
Томский государственный университет  
НИИ прикладной математики и механики  
Томского государственного университета  
Физико-технический факультет  
Совет молодых учёных ТГУ



**VI Международная молодежная научная конференция  
«Актуальные проблемы современной механики  
сплошных сред и небесной механики – 2016»  
г. Томск, 16–18 ноября 2016 г.**

**VI International Scientific Conference  
«Current issues of  
continuum mechanics and celestial mechanics – 2016»,  
November, 16–18, 2016**

Томск-2016

## AN ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF ASTEROID APOPHIS' POSSIBLE IMPACT ZONE ON THE EARTH IN 2036

**C.A. Stikhno<sup>1)</sup>, P. Guo<sup>2)</sup>, V.V. Ivashkin<sup>1), 2)</sup>**

<sup>1)</sup>N.E. Bauman Moscow State Technical University  
Russian Federation, Moscow

<sup>2)</sup>M.V. Keldysh Institute of Applied Mathematics, RAS  
Russian Federation, Moscow

fn2cyril@gmail.com; 869792831@qq.com ; ivashkin@keldysh.ru

In the paper the problem to study the asteroid 99942 Apophis' possible impact zone on the Earth in 2036 is considered. The set of points of intersection of these trajectories with the surface of the Earth is determined and the collision area on the world map is built. The features of this impact zone are analyzed. A comparison of the results with other works on this issue is performed.

## АНАЛИЗ ГОРЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ЗАРЯДА В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАНИЯ

**А.Д. Сидоров, А.И. Зыкова, Н.М. Саморокова**

Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Российская Федерация, г. Томск  
alex\_sid92@mail.ru

Электротермохимическая технология высокоскоростного метания (ЭТХ) позволяет сократить время воспламенения пороха, повысить скорость его горения, а также максимальное давление и дульную скорость метаемого элемента (МЭ) по сравнению с классической схемой заряжания при воспламенении при помощи электрокапсюльной втулки. В работе рассмотрена серия опытов с комбинированным зарядом (порох и присоединенный заряд - ПЗ). Воспламенение производилось при помощи введения высокотемпературной плазмы в порох при уровне дополнительно введенной энергии  $Q$  5ч14 кДж. Обнаружено появление всплеска давления в начале горения с увеличением  $Q$ .

При проведении расчетов данной серии с использованием методики [1] ввод плазмы в порох был учтен введением условного быстрогорящего топлива [2]. Для моделирования всплеска давления были задействованы следующие предположения. Поскольку размеры плазмотрона типа «флейта» меньше внутреннего продольного размера камеры сгорания (КС), порох разделен на 3 части массами  $m_1$ ,  $m_2$  и  $m_3$ , с коэффициентами в законе скорости горения  $u_1$ ,  $u_2$  и  $u_3$  соответственно. Фракция  $m_1$ , окружающая «флейту», воспламеняется и горит в плазменной струе. Образовавшаяся смесь

плазмы и пороховых газов спустя время  $t_2$  воспламеняет фракцию  $m_2$ , расположенную вблизи плазмотрона. Наибольшая фракция  $m_3$  воспламеняется спустя время  $t_3$  и горит без воздействия плазмы. При этом  $m_1 < m_2 < m_3$ ,  $u_1 > u_2 > u_3$  и  $t_2 < t_3$ . Ввод плазмы в порох также влияет на горение ПЗ, увеличивая его коэффициент диспергирования  $B$ , что дает повышение дульной скорости.

Было обнаружено, что  $m_1$  растет с увеличением  $Q$  и не изменяется при  $Q > 9$  кДж, так как плазма воздействует на весь поперечный объем пороха вблизи «флейты». Также выявлен монотонный рост  $B$  с увеличением  $Q$  на всем диапазоне.

В расчетах  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $u_1$ ,  $u_2$ ,  $u_3$  и  $B$  определялись как параметры согласования – менялись в определенном диапазоне для достижения максимального совпадения опытных и расчетных величин  $P_{max}$  и  $V_d$ , и соответственно кривых  $P(t)$  и  $V(t)$ . Рассогласование расчетных и опытных данных по уровню максимального давления и дульной скорости МЭ во всей серии не превысило 3 %.

В статье использованы результаты, полученные в ходе выполнения проекта № 8.2.02.2015 в рамках Программы «Научный фонд им. Д.И. Менделеева Томского государственного университета» в 2016 г.

#### Литература

1. Касимов В.З. Программный комплекс для расчета внутрибаллистических процессов в ствольных системах // Изв. РАН. 2005. № 1. С. 70–76.
2. Моделирование ввода электрической энергии в пороховой заряд / А.Н. Ищенко [и др.] // Труды Том. гос. ун-та, серия физико-математическая. 2015. Т. 296. С. 139–142.

## ANALYSIS OF COMBUSTION OF THE COMBINED CHARGE IN THE CONDITIONS ELECTROTHERMAL-CHEMICAL THROWING TECHNOLOGY

**A.D. Sidorov, A.I. Zykova, N.M. Samorokova**

National Research Tomsk State University;

Russian Federation, Tomsk

alex\_sid92@mail.ru

Identified and analyzed characteristics of combustion combined charge at electrothermal-chemical impact were investigated.