

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

**V Международная молодежная научная конференция  
«Актуальные проблемы современной механики  
сплошных сред и небесной механики»  
25–27 ноября 2015 г., Томск**

**V<sup>th</sup> International Youth Scientific Conference  
«Currently issues of  
continuum mechanics and celestial mechanics – 2015»,  
25–27 November, 2015**



Томск-2015

**АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ЗОНТИЧНОГО КОСМИЧЕСКОГО  
РЕФЛЕКТОРА И ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ<sup>1</sup>**  
**BUCKLING ANALYSIS OF UMBRELLA –TYPE SPACE REFLECTOR  
AND IT'S ELEMENTS**

**С.В. Белов<sup>\*</sup>, А.В. Бельков<sup>\*</sup>, А.П. Жуков<sup>\*</sup>, М.С. Павлов<sup>\*</sup>,  
В.С. Пономарев<sup>\*</sup>, С.В. Пономарев<sup>\*</sup>, О.К. Валишевский<sup>\*\*</sup>,  
Д.О. Шендалев<sup>\*\*</sup>**

**S.V. Belov, A.V. Belkov, A.P. Zhukov, M.S. Pavlov,  
V.S. Ponomarev, S.V. Ponomarev, O.K. Valishevsky, D.O. Shendalev**

НИИ Прикладной математики и механики Томского государственного университета<sup>\*</sup>  
Research Institute of Applied Mathematics and Mechanics of Tomsk State University  
АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф.Решетнева<sup>\*\*</sup>  
JSC Academician M.F. Reshetnev  
Information satellite systems  
belovsv@niipmm.tsu.ru

В работе рассматривается анализ устойчивости перспективного рефлектора зонтичного типа, состоящего из балочных, веревочных и оболочечных элементов.

Под устойчивостью конструкции рефлектора и его элементов понимается их способность сохранять исходную форму после снятия с них внешних нагрузок. Если после снятия нагрузок рефлектор и его элементы изменили свою форму то имеет место потеря устойчивости. Значения нагрузок при которых произошла потеря устойчивости называются критическими.

Основной задачей исследования на устойчивость является определения значений критических нагрузок на рефлектор и его элементы.

Анализ устойчивости проводится численно методом конечных элементов. Существуют работы [1, 2] где приводится анализ устойчивости балочных и оболочечных элементов по отдельности, однако не отмечено работ где бы анализировалась система состоящая из балок, оболочек и вант одновременно.

При моделировании устойчивости рефлектора и его элементов используются три основных подхода:

- Линейный анализ.
- Нелинейный анализ.
- Динамический анализ.

При выполнении линейного анализа решается задача нахождения критической нагрузки для идеальных линейных упругих элементов рефлектора. Этот подход применим к основным несущим элементам силового каркаса рефлектора таких как элементы спиц. Линейный анализ полезно использовать перед проведением нелинейного анализа.

Нелинейный анализ устойчивости это исследование больших перемещений элементов рефлектора и рефлектора в зависимости от приложенных к ним усилий. Нелинейный анализ это более точный способ определения

критической силы так их значения меньше значений полученных в линейном анализе.

Динамически анализ устойчивости хорошо проиллюстрирован в работе [1], где исследуется шарнирно опертый стержень. Показано, что потеря устойчивости стержня происходит при его нулевой собственной частоте. Этот факт используется при анализе отдельных элементов рефлектора и его элементов. Поскольку элементы рефлектора и рефлектор в целом гораздо более сложные системы чем стержень в [1], то целью было показать что при увеличении нагрузок на элементы рефлектора и рефлектор в целом происходит снижение их собственной частоты. В качестве критической силы берется то ее значение при которой собственная частота элементов рефлектора и рефлектора в целом минимальны.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификационный номер RFMEFI57814X0073

### Литература

1. *Вольмир А.С.* Устойчивость деформируемых систем / А.С. Вольмир. / гл. ред. физико-математической литературы. М.: Наука, 1967. 984 с.
2. *Дащенко А.Ф.* ANSYS в задачах инженерной механики / А.Ф. Дащенко, Д.В. Лазарева, Н. Г. Сурьянинов. 2-е изд, перераб. и доп. / ред. Н.Г. Сурьянинова. Харьков: «БУРУН и К», 2011. 504 с

## СВЕРХЗВУКОВОЕ ОБТЕКАНИЕ КОНУСА ПРИ ВДУВЕ ГАЗА ЧЕРЕЗ ГОЛОВНУЮ ЧАСТЬ THE SUPERSONIC FLOW AROUND A CONE AT BLOWING GAS THROUGH THE HEAD

**И.А. Бородачева, В.И. Биматов**  
**I.A. Borodacheva, V.I. Bimatov**

Национальный Исследовательский Томский государственный университет  
National Research Tomsk Polytechnic University  
vbimatov@mail.ru

Вдув в передней части поверхности тела, движущегося со сверхзвуковой скоростью, может возникать в результате абляции, в случае организации активной тепловой защиты, либо как средство управления его аэродинамическими характеристиками.

На протяжении этих лет в дискуссиях постоянно встает вопрос: как повлияет сильный встречный вдув в передней части тела на устойчивость его полета со сверхзвуковой скоростью в атмосфере Земли?

Пионерные задачи о сверхзвуковом обтекании тел со вдупом с поверхности затупления навстречу набегающему потоку [1–2] решались в осе-