

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИСТЕЧЕНИЯ СВЕРХЗВУКОВЫХ СТРУЙ ИЗ СОПЕЛ В ВАКУУМ В ИМПУЛЬСНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ**

А.Е. Зарвин, В.В. Каляда, А.С. Яскин, К.А. Дубровин, В.Э. Художитков

### **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

ЦИКЛИЧЕСКОЕ ИСТЕЧЕНИЕ ГАЗОВ, ВАКУУМ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИМПУЛЬСНЫЙ КЛАПАН

## **DETERMINATION AND SUBSTANTIATION OF CONDITIONS FOR MODELING THE OUTFLOW OF SUPERSONIC JETS FROM NOZZLES INTO VACUUM IN PULSED LABORATORY EXPERIMENTS**

A.E. Zarvin, V.V. Kalyada, A.S. Yaskin, K.A. Dubrovin, V.E. Khudozhitkov

### **KEYWORDS**

CYCLIC OUTFLOW OF GASES, VACUUM, SIMULATION, PULSE VALVE

Целью работы является обеспечение проведения экспериментальных исследований импульсного истечения газов и газовых смесей в сильно разреженное пространство (вакуум) при повышенных расходах газов, недостижимых при стационарном истечении, ввиду ограничений скорости высоковакуумной откачной системы стенда, и дальнейшем сравнении полученных экспериментальных данных с численной моделью. Для этого осуществлены модернизация и отладка рабочего модуля импульсного истечения газов и газовых смесей в вакуум, его адаптация к условиям моделирования режимов истечения натуральных сверхзвуковых струй.

В частности, осуществлено оснащение модуля импульсными клапанами для двух режимов циклического истечения: с короткими, менее 1 мс, и длинными, свыше 1 с, импульсами истечения. Обоснована и осуществлена подготовка набора звуковых и сверхзвуковых сопел для используемых в исследовании импульсных клапанов. Разработаны, изготовлены и испытаны системы питания импульсных клапанов, соответствующие генераторы сигналов с импульсами, максимально близкими к прямоугольным, системы контроля расхода газа, системы диагностики импульсных газовых струй с короткими и длинными импульсами истечения.

Определены и обоснованы условия, позволяющие осуществлять моделирование истечения струй в импульсных лабораторных экспериментах. Проведены тестовые и регулярные экспериментальные исследования процессов истечения сверхзвуковых струй из модельных сопел в импульсных режимах при повышенных расходах газа.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-19-00750 в Институте теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича с использованием оборудования ЦКП «Прикладная физика» Новосибирского государственного университета.

### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

Зарвин Александр Евгеньевич – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник (ВАК) (ORCID: 0000-0002-1973-5088). Институт теоретической и прикладной

механики СО РАН, г. Новосибирск, ведущий научный сотрудник, Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, заведующий отделом. e-mail: zarvin@phys.nsu.ru

Каляда Валерий Владимирович, ведущий электроник, (ORCID: 0000-0003-2739-5017). Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск. e-mail: v.kalyada@nsu.ru

Яскин Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент (ВАК) (ORCID: 0000-0003-0600-5366). Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, ведущий научный сотрудник. e-mail: yas@nsu.ru

Дубровин Кирилл Алексеевич – (ORCID: 0000-0001-9655-1242). Институт теоретической и прикладной механики СО РАН, г. Новосибирск, младший научный сотрудник, Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, научный сотрудник. e-mail: k.dubrovin1@g.nsu.ru

Художитков Виталий Эдуардович – (ORCID: 0000-0001-5045-8587). Институт теоретической и прикладной механики СО РАН, г. Новосибирск, младший научный сотрудник, Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, научный сотрудник. e-mail: v.khudozhitkov@g.nsu.ru