

УДК 532.526

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПУСКОВОГО РЕЖИМА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

**Володин Юрий Гурьянович**<sup>1</sup>, доцент, кандидат технических наук

*e-mail:* [yu.g.volodin@mail.ru](mailto:yu.g.volodin@mail.ru)

**Марфина Ольга Павловна**<sup>2</sup>, кандидат технических наук

*e-mail:* [o.marfina@mail.ru](mailto:o.marfina@mail.ru)

**Матвеев Юрий Иванович**<sup>3</sup>, профессор, доктор технических наук

*e-mail:* [kaf\\_eseu@vsuwt.ru](mailto:kaf_eseu@vsuwt.ru)

<sup>1</sup> Институт морского и речного флота имени Героя Советского Союза М.П. Девятаева – Казанский филиал Волжского государственного университета водного транспорта, Казань, Республика Татарстан, Россия

<sup>2</sup> Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казань, Республика Татарстан, Россия

<sup>3</sup> Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

**Аннотация.** В работе представлена информация об экспериментальном стенде, на котором возможно моделировать различные режимы работы газотурбинного двигателя. Выполнено подробное описание конструкции экспериментального стенда, первичных средств измерения параметров газового потока. Скорость увеличения температуры газового потока составила 12000 К/с, а ускорение скорости потока достигало величины 700 м/с<sup>2</sup>. Приведены величины среднеквадратичных погрешностей параметров в выполняемых экспериментах.

**Ключевые слова:** экспериментальный стенд, эксперимент, пусковой режим, газотурбинный двигатель, нестационарность, теплоотдача.

## EXPERIMENTAL MODELING OF THE STARTING REGIME OF THE GAS TURBINE ENGINE

**Volodin Yuriy Guryanovich**<sup>1</sup>, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences

*e-mail:* [yu.g.volodin@mail.ru](mailto:yu.g.volodin@mail.ru)

**Marfina Olga Pavlovna**<sup>2</sup>, Candidate of Technical Sciences

*e-mail:* [o.marfina@mail.ru](mailto:o.marfina@mail.ru)

**Matveyev Yuriy Ivanovich**<sup>3</sup>, Professor, Doctor of Technical Sciences

*e-mail:* [kaf\\_eseu@vsuwt.ru](mailto:kaf_eseu@vsuwt.ru)

<sup>1</sup> Institute of Maritime and Inland Shipping named after Hero of the Soviet Union M.P. Devyataev – Kazan branch of Volga State University of Water Transport Kazan, Republic of Tatarstan, Russia

<sup>2</sup> Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia

<sup>3</sup> Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia



контура разомкнутого типа. Для моделирования пускового режима используется техническое устройство, называемое плазмотроном, который позволяет за короткий промежуток времени достичь высоких значений температуры рабочего тела, т.е. в момент включения. При этом температура газового потока увеличивается с производной 12000 градусов в секунду и более, а скорость потока – 700 м/с<sup>2</sup>. Изучение теплообменных процессов проводилось в экспериментальном канале, который представляет собой короткую (длиной семь калибров) тонкостенную (толщина стенки 0,08 мм) трубу диаметром 45 мм (рис. 2). Малая толщина стенки при критерии Био много меньше единицы позволяет размещать микротермопары на внешней поверхности трубы. Для получения информации о стремительно изменяющейся обстановке в канале также измерялась температура газового потока на входе в экспериментальный канал и, кроме того, полное давление в форкамере, распределение статических давлений и касательных напряжений трения по длине канала и во времени. Продолжительность эксперимента составляла 0,5 секунды. Вся получаемая от датчиков информация в реальном масштабе времени поступала в компьютер, сохранялась там и обрабатывалась. В середине секции находилось измерительное сечение, в котором располагались ХК микротермопары [5 – 7], отборные устройства для измерения статических давлений и датчики трения «трубка-выступ» [7 – 8]. Эти сечения присутствовали на 3-ей, 5-ой и 7-ой секциях экспериментального канала. Кроме этого, на первой секции канала имелась ХК микротермопара.

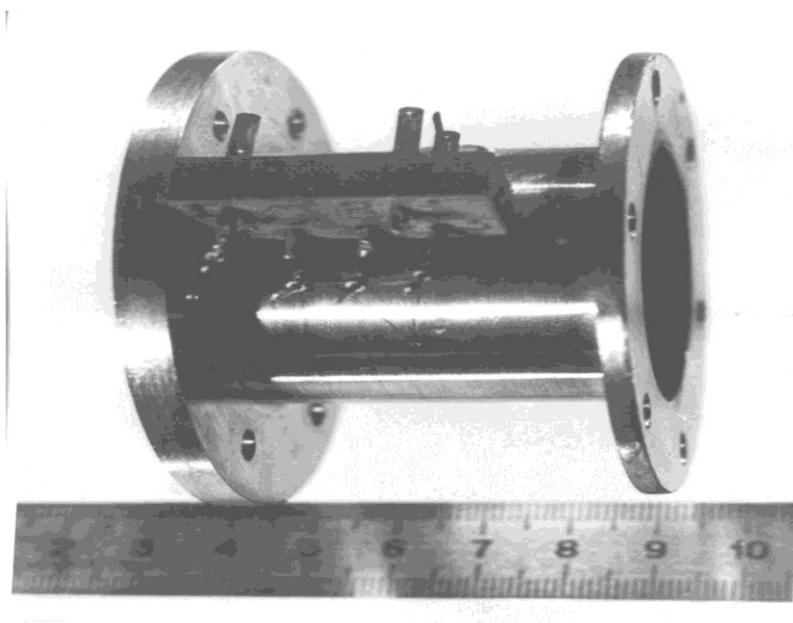


Рисунок 2 – Секция экспериментального канала

Проводимые экспериментальные исследования позволяют получать информацию со среднеквадратичной погрешностью [9]: 0,75% для температуры газового потока, 1,6% для скорости газового потока, 9,2% для коэффициента трения и 9,5% для коэффициента теплоотдачи.

#### Список литературы:

1. [Volodin, Y.](#) Nonsteady transfer of heat in the initial segment of a cylindrical tube // Journal of Engineering Physics. – 1989 – № 57(4) – p. 1166 – 1168.
2. [Volodin, Y.](#) Unsteady effects and heat-transfer when starting up power plant // Thermal Engineering – 2007 – № 54(5) – p. 399 – 402.

3. Володин, Ю.Г. Исследование теплообмена при пуске энергоустановки // Теплоэнергетика. – 2007. – № 5. – С. 61 – 63.
4. Володин Ю.Г., Матвеев Ю.И., Храмов М.Ю. Теплообмен и трение в каналах судовых газотурбинных энергетических установок при изменении динамики увеличения температуры рабочего тела // Вестник Астраханского государственного технического университета. – № 3. – 2018. – С. 50 – 57.
5. Ярышев Н. А. Теоретические основы измерения нестационарных температур. Л. "Энергия", 1990. – 256 с.
6. Володин Ю.Г. Исследование тепловой инерционности микротермопар / Ю.Г. Володин, И.Ф. Закиров, К.С. Федоров, М.В. Яковлев // Датчики и системы. – 2007. – № 6. – С. 33 – 35.
7. Володин Ю.Г., Федоров К.С. Теплоотдача и трение в пусковых режимах энергетических установок. – Санкт-Петербург. Изд. «Инфо-да». 2009. – 132 с.
8. Володин, Ю.Г., Марфина, О.П., Богданов, А.Н., Цветкович, М.С., Кузнецов, А.Б. Измерение касательных напряжений трения в нестационарном газовом потоке/ Ю.Г. Володин, О.П. Марфина, А.Н. Богданов, М.С. Цветкович, А.Б. Кузнецов // Датчики и системы. – 2009. – № 2. – С. 34 – 36.
9. Володин Ю.Г. Об определении погрешностей в нестационарном теплофизическом эксперименте. – Казань., 1986. – 7 С. – Деп. в ОНИИТЭХИМ г. Черкассы. 16.01 1986. – № 201 хп – 86.

