

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ КОМПРЕССОРНОГО ТИПА

## AUTOMATION OF CONTROL PROCESSES OF AERODYNAMIC INSTALLATION OF COMPRESSOR TYPE

V. Yakushev

*Summary.* The article defines the aerodynamic installations of the compressor type. The characteristic is given to the models of aerodynamic installations of compressor type. The modeling process with elements of automation of aerodynamic installations of compressor type is described. An industrial aerodynamic installation with automation elements is considered.

*Keywords:* compressor-type aerodynamic installation, process automation, models, nozzles, prechamber, pressure and temperature sensors, industrial aerodynamic installation.

**Якушев Вячеслав Анатольевич**

К.т.н., ГИЦ ФГУП «Центральный  
аэрогидродинамический институт имени профессора  
Н. Е. Жуковского»  
YVyacheslavA@yandex.ru

*Аннотация.* В статье дано определение аэродинамическим установкам компрессорного вида. Дана характеристика моделям аэродинамических установок компрессорного вида. Описан процесс моделирования с элементами автоматизации аэродинамических установок компрессорного вида. Рассмотрена промышленная аэродинамическая установка с элементами автоматизации.

*Ключевые слова:* аэродинамическая установка компрессорного вида, автоматизация процессов, модели, сопла, форкамера, датчики давления и температуры, промышленная аэродинамическая установка.

**А**эродинамическая установка компрессорного типа (АУКТ) предназначена для моделирования воздействий воздушной среды на размещённые в ней объекты и реализуется в форме замкнутых или разомкнутых труб, использование которых в аэродинамике основывается на теориях обратимости движений и подобия физических процессов [1].

В качестве объектов испытаний для АУКТ разрабатываются модели, в основном, представляющие натурные летательные аппараты или их элементы, а также здания, мосты, корабли, автомобили и т.д., обладающие подобием геометрических размеров, свойств упругости материалов, термических характеристик и др. моделируемых свойств. Внутри АУКТ размещены вентиляторы или компрессоры, предназначенные для нагнетания воздуха в трубу, где размещена модель объекта испытания, что позволяет создать эффект перемещения объекта в воздухе со значительной скоростью [2].

В этой связи, АУКТ классифицируются исходя из возможных скоростей воздушного потока, который может быть дозвуковым, транзвуковым, сверхзвуковым, гиперзвуковым; исходя из размера и типа рабочей части (открытой или закрытой; исходя из соотношения площадей поперечных сечений сопла нагнетательной трубы

и форкамеры- предварительной камеры перед основной камерой) [1].

Для реализации особых условий создаются специализированные АУКТ: высокотемпературные (для исследования температурных воздействий на диссоциацию и ионизацию), высотные (изучаются процессы обтекания моделей на больших высотах, где происходит разрежение газов), аэроакустические (исследуется воздействие акустических полей на прочностные характеристики объекта, на работу его приборов и др.). Управление АУКТ предполагает автоматизацию технологических процессов, задействованных при моделировании [3].

Основными целями автоматизации АУКТ являются следующие:

- ◆ снижение количества обслуживающих работников;
- ◆ сокращение времени натурального моделирования;
- ◆ обработка значительного потока измерений в реальном масштабе времени;
- ◆ использование различных условий моделирования, перестраиваемых программным способом;
- ◆ обеспечение безопасности на всех этапах и при всех различных условиях моделирования;
- ◆ экономия различных ресурсов и энергии;

- ♦ обеспечение экологичности всех процессов моделирования [3].

Задачи автоматизации АУКТ являются следующие:

- ♦ повышение качества регулирования процессов управления;
- ♦ рост коэффициента готовности устройства;
- ♦ улучшение эргономичности процессов, обслуживаемых операторами;
- ♦ повышение качества информации об объектах исследования, а также её каталогизации;
- ♦ предотвращение возникновения аварийных ситуаций;
- ♦ обеспечение сохранности информации о моделируемых технологических процессах [3].

Моделирование на АУКТ может быть непрерывным, дискретным или гибридным технологическим процессом в зависимости от решаемых задач. АУКТ оснащается вычислительным устройством (блоком управления), а также системой датчиков давления, температуры, газоанализаторами, спектрометрами, различного рода электромеханическими клапанами, исполнительными механизмами, многокомпонентными динамометрами, реле, пьезоэлементами, датчиками ориентации в пространстве, датчиками повреждения и разрушения моделируемого объекта, управляемыми клапанами, насосами, вентиляторами, компрессорами, осушителями воздуха, управляемыми батареями баллонов с сжатым воздухом, дроссельными кранами, ресиверами, соплами, диффузорами, форкамерой и др.[1,2].

Информация от всей системы датчиков поступает в многопроцессорный блок управления АУКТ, который задает один из множества рабочих режимов и осуществляет приём, регистрацию, обработку всех поступающих от устройств информации, формирование ответных команд на управление исполнительными устройствами в соответствии с программой испытаний. На монитор управления АУКТ поступает видеоинформация в удобной для оператора форме, а также дается возможность оперативного воздействия на протекающий процесс [3].

К техническим средствам автоматизации АУКТ в зависимости от целей и решаемых задач предъявляют-

ся определенные требования, которые определяют состав средств автоматизации, точность реализации алгоритмов управления, простоту в обслуживании системы управления, расширения функциональных возможностей АУКТ при моделировании различных объектов [3].

Как пример автоматизации АУКТ, рассмотрена аэродинамическая установка серии АУ-2, произведённая компанией «ЭКСИС» [4].

На основе аэродинамической установки АУ-2 производится итоговая калибровка и настройка различных измерителей скорости воздушного потока, в том числе, моделей термоанемометров серии ТТМ-2. Алгоритм работы АУ-2 основан на преобразовании угловой скорости вращения механизма с крыльчаткой, который закреплён на валу двигателя установки, в поступательное движение потока воздуха.

Измерение скорости воздушного потока осуществляется анемометром, входящим в комплект устройства. Требуемая скорость потока воздуха задается автоматически в результате работы модернизированного блока программного и аппаратного обеспечения.

В состав нового блока управления АУ-2 входит: интерфейс связи и стандартные разъёмы USB, наружная индикация состояния электрической сети, электронная тепловая защита. В случае регистрации сбоев или помех в функционировании АУ-2 осуществляется её автоматическое отключение. Осуществляется тепловой контроль внутри сопла. В составе АУ-2 находится прозрачный бокс, который необходим для сглаживания воздушных колебаний. Установка АУ-2 прошла регистрацию [5] и рекомендована для промышленного применения в Российской Федерации.

Таким образом, в данной статье приведено назначение, объекты моделирования для АУКТ, приведены цели и задачи автоматизации АУКТ, перечислены требования к техническим средствам автоматизации, рассмотрена промышленная установка АУ-2 с элементами автоматизации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зрелов, В.А., Комаров, О.А., Дмитриев, С.Ю., Бобрик, А. А. Анализ и обобщение опыта реконструкции испытательной базы ГТД и разработка на его основе универсального алгоритма модернизации стенда // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. № 4–1. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-i-obobschenie-opyta-rekonstruktsii-ispytatelnoy-bazy-gtd-i-razrabotka-na-ego-osnove-universalnogo-algoritma-modernizatsii-stenda> (дата обращения: 12.02.2020).
2. Компрессор низкого давления газотурбинного двигателя авиационного типа (варианты). Российский патент 2017 года по МПК F04D29/32 B01J3/00. RU2 614 709 C1. Авторы: Марчуков, Е.Ю. и др. Даты: 2017–03–28— Публикация. 2016–05–19— Подача. Режим доступа: <https://patenton.ru/patent/RU2614709C1>. (дата обращения 12.02.2020).

3. Селевцов, Л.И., Селевцов, А.Л. Автоматизация технологических процессов. Учебник. Режим доступа: <https://docplayer.ru/173211-Avtomatizaciya-tehnologicheskikh-processov.html>. (дата обращения 16.02.2020).
4. Аэродинамическая установка. Режим доступа: <https://www.eksis.ru/catalog/aerodinamicheskaya-ustanovka/> (дата обращения 16.02.2020).
5. Сертификат № 40062 от 24 июля 2015 года. Государственный реестр средств измерений № 29782–10. Режим доступа: <http://www.rostest.ru/GosreestrSI.php>. (дата обращения 16.02.2020).

---

© Якушев Вячеслав Анатольевич (VVyacheslavA@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

