

УДК: 532.529

DOI: 10.53816/23061456_2021_7-8_152

**УЧЕБНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СТЕНД
«ВИХРЕВЫЕ АППАРАТЫ И СТРУЙНЫЕ НАСОСЫ»**

**TRAINING AND RESEARCH STAND
«VORTEX APPARATUSES AND JET PUMPS»**

Ю.В. Мамчур, Д.В. Шабалин, П.Е. Кобзарь

Yu.V. Mamchur, D.V. Shabalin, P.E. Kobzar

Омский автобронетанковый инженерный институт

В статье приведено описание учебного исследовательского стенда «Вихревые аппараты и струйные насосы». Данный учебный исследовательский стенд был спроектирован и разработан в рамках опытно-конструкторской работы, в которой непосредственное участие принимали авторы данной статьи. Стенд предназначен для проведения испытаний вихревых аппаратов и струйных насосов при их работе как на воздухе так и на жидкости. Стенд позволяет в лабораторных условиях изменять по заданной программе с персональной электронно-вычислительной машины параметры (давление и расход) потока рабочего тела (газ, жидкость) на входе в объект испытаний и регистрировать выходные характеристики на его выходах (давление, температуру и расход).

Ключевые слова: учебный исследовательский стенд, вихревые аппараты и струйные насосы, давление, температура, расход, жидкость, воздух.

The article describes the educational research stand «Vortex apparatuses and jet pumps». This educational research stand was designed and developed as part of the development work, in which the authors of this article were directly involved. This stand is designed for testing vortex devices and jet pumps on two types of working media: air and liquid. It also allows you to change the flow parameters (pressure and flow rate) of the working fluid (gas, liquid) at the entrance to the test object and register the output characteristics at its outputs (pressure, temperature, and flow rate) according to a given program from a personal electronic computer.

Keywords: educational research stand, vortex apparatuses and jet pumps, pressure, temperature, flow rate, liquid, air.

В настоящее время особую актуальность приобретают исследования новых физических принципов в различных отраслях науки и техники [1]. Разработанный учебный исследовательский стенд «Вихревые аппараты и струйные насосы» (далее — исследовательский стенд) позволит организовать проведение исследований вихревого эффекта (эффекта Ранке-Хилша) в вих-

ревых аппаратах (вихревых трубах) различных конструкций и с различными рабочими средами (газ, жидкость). Также исследовательский стенд предназначен для исследования струйных насосов и других эжектирующих устройств, в том числе и практически не изученных в настоящее время вихревых эжекторов при работе с различными рабочими средами (газ, жидкость) [2].

Исследовательский стенд позволяет проводить испытания различных струйных и вихревых аппаратов, работающих как на различных жидкостях, так и на воздухе [3], основные технические данные и характеристики приведены в таблице.

Техническое устройство исследовательского стенда представляет собой объединяющее в едином корпусе жидкостный и газовый контуры. Трубопроводная подводка к объекту испытаний

единая для обоих контуров [4]. Общий вид исследовательского стенда спереди представлен на рис. 1.

Конструкция стенда позволяет варьировать такими параметрами потока рабочего тела (газ, жидкость) как давление и расход на входе в объект испытаний и регистрировать выходные характеристики на его выходах (давление, температуру и расход). Общий вид на рабочее место представлен на рис. 2.

Таблица

Технические характеристики исследовательского стенда

Напряжение питания, В	380
Род тока	трёхфазный
Максимальная потребляемая мощность, Вт	25
Габаритные размеры стенда, не более, мм:	
ширина	3000
глубина	750
высота	1900
Номинальный расход насоса, л/мин	216
Номинальный напор насоса, м	150
Расход компрессора на всасывании, л/мин	1400
Максимальное давление нагнетания, бар	10
Габаритные размеры компрессора, не более, мм:	
ширина	2000
глубина	615
высота	1250
Масса компрессора, не более, кг	340
Потребляемая мощность компрессора, кВт	7,5

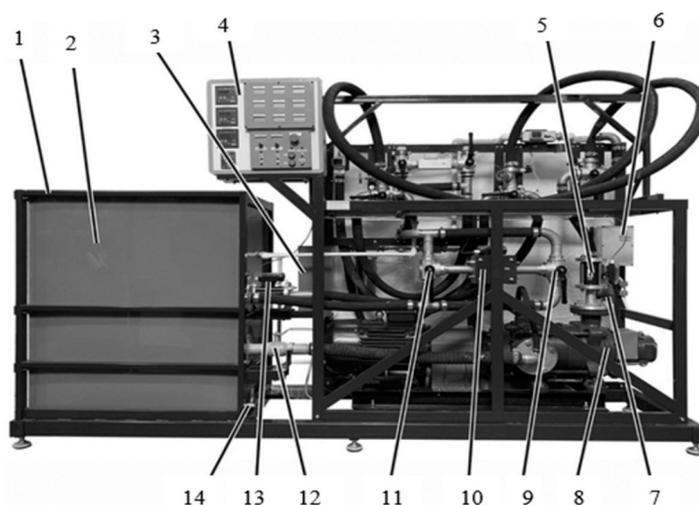


Рис. 1. Учебный исследовательский стенд «Вихревые аппараты и струйные насосы» вид спереди:
 1 — рама; 2 — основной бак Б1; 3 — частотный преобразователь с воздушным чехлом; 4 — панель индикации и управления; 5 — расходомер жидкостный РМ1; 6 — автомат питания; 7 — розетка для подключения компрессора; 8 — основной насосный агрегат; 9, 11 — трёхходовые краны; 10 — расходомер жидкостный РМ2; 12 — кран шаровый во всасывающей линии; 13 — расходомер жидкостный РМ3; 14 — сливной кран К12

Принцип действия исследовательского стенда основан на регистрации выходных характеристик вихревых аппаратов и струйных насосов (эжекторов) при изменении их конструктивных параметров и параметров рабочего тела (давление, температура, расход) на входе [5].

Регулирование параметров рабочего тела производится при испытаниях объекта на газе — путем дросселирования воздуха на выходе из воздушного ресивера, за счет электроуправля-

емого пневмоклапана [6]. При работе объекта испытаний на жидкости — изменением производительности жидкостного насоса. На рис. 3 представлен вид сзади исследовательского стенда.

Информационно-измерительная система позволяет во время проведения испытаний определять давление, температуру и расход на входе/входах и выходе/выходах из аппаратов, а также задавать параметры потока на выходе насоса/компрессора. Результаты проведённых

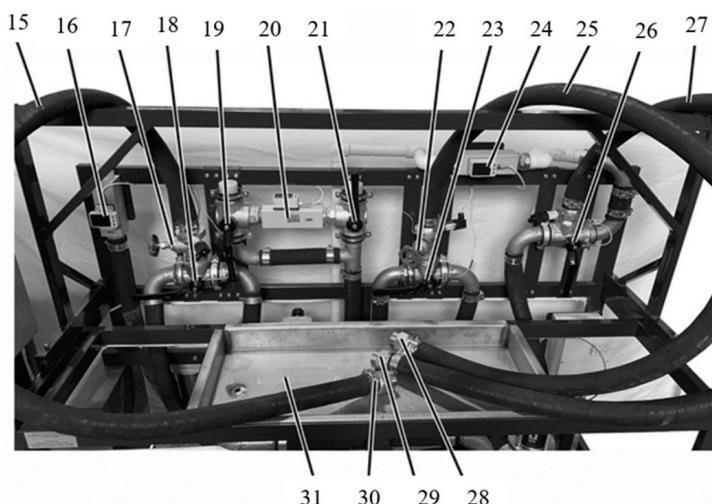


Рис. 2. Учебный исследовательский стенд «Вихревые аппараты и струйные насосы» вид на рабочее место: 15, 25, 27 — рукава с разъёмными соединениями; 16 — расходомер воздушный РМ6; 17, 22 — клиновые задвижки ЗД2, ЗД3; 18, 23, 26 — трёхходовые краны К1–К3; 19, 21 — трёхходовые краны К6, К7; 20 — расходомер воздушный РМ5; 24 — расходомер воздушный РМ4; 28, 29, 30 — рукава для подключения к испытываемым аппаратам; 31 — лоток для слива жидкости из рукавов и испытываемых аппаратов

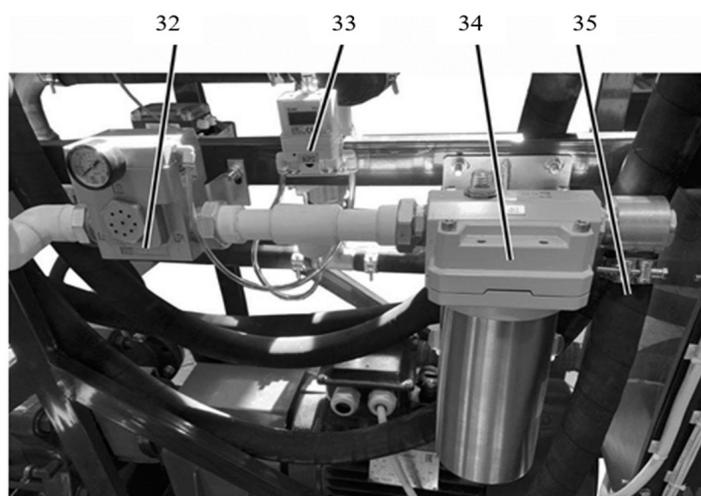


Рис. 3. Учебный исследовательский стенд «Вихревые аппараты и струйные насосы» вид сзади: 32 — регулятор давления пропорциональный КР1 пневмоуправляемый; 33 — регулятор давления пропорциональный КР2 электроуправляемый; 34 — фильтр воздушной магистрали Ф1; 35 — рукав подающий воздух от компрессора

измерений отражаются на панели индикации и управления, и дублируются на персональный компьютер для обработки и архивации данных [7]. Данная панель индикации и управления представлена на рис. 4.

Алгоритм проведения испытаний состоит из следующих действий:

- убедиться что рукава надёжно соединены с испытуемым аппаратом;
- включить питания стенда;
- открыть соответствующий кран при испытании аппарата на жидкости или кран предназначенный для испытании аппарата на воздухе;
- включить тумблер 4.6 питания системы управления;
- перевести тумблеры 4.10 и 4.13 выбора источника сигнала управления в необходимое положение;
- нажать кнопку «Пуск».

При испытании аппарата на жидкости при ручном задании сигналов управления преобра-

зователем частоты или пропорциональным регулятором давления настроить необходимые параметры;

- провести испытания и нажать «Стоп». При испытании аппарата на жидкости установить на «0» сигнал управления пропорциональным регулятором давления.

Для совместной работы с исследовательским стендом «Вихревые аппараты и струйные насосы» СИ-ВА-СН-020 разработана программа «СИ-ВА-СН измерения», позволяющая выполнять автоматизированный сбор данных и управление параметрами при проведении испытаний [8, 9].

Работа с программой подразумевает владение базовыми навыками с персональным компьютером в операционной среде MS Windows 7/8/10. Все файлы, записываемые программой, выбираются оператором, им же указывается их местоположение на жестком диске.

Программа предназначена для работы с операционными системами MS Windows 7/8/10.

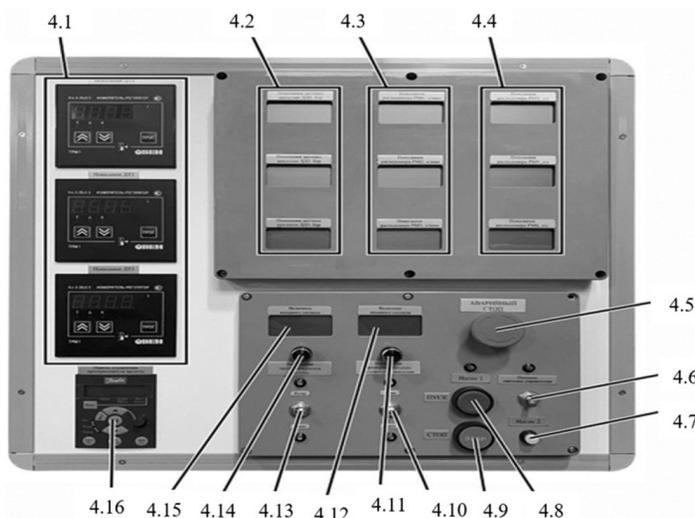


Рис. 4. Панель индикации и управления: группа индикаторов 4.1, отображающих температуру датчиков ДТ1–ДТ3; группа табло 4.2, отображающих показания датчиков давления ДД1–ДД3; группа табло 4.3, отображающих показания жидкостных расходомеров РМ1–РМ3; группа табло 4.4, отображающих показания воздушных расходомеров РМ4–РМ5; кнопка аварийного стопа 4.5; тумблер 4.6 включения питания системы управления; кнопка 4.7 включения откачивающего насоса; кнопка 4.8 запуск основного насоса; кнопка 4.9 остановки основного насоса; тумблер 4.10 выбора источника сигнала управления воздушным пропорциональным регулятором давления, имеет положение «Ручн» для ручного управления и положение «Авто» для управления с ПК; потенциометр 4.11 для ручного задания сигнала управления воздушным пропорциональным регулятором давления; табло 4.12 отображающее величину сигнала управления воздушным пропорциональным регулятором давления; тумблер 4.13 выбора источника сигнала управления преобразователем частоты, имеет положение «Ручн» для ручного управления и положение «Авто» для управления с ПК; потенциометр 4.14 для ручного задания сигнала управления преобразователем частоты; табло 4.15, отображающее величину сигнала управления преобразователем частоты; панель управления преобразователя частоты 4.16

Программа устанавливается на компьютер простым копированием папки, содержащей три файла: СИ_VACH_измерения.exe, Lusbari.dll, koef.dat. Файл koef.dat содержит тарировочные коэффициенты датчиков.

Выводы

Разработанный учебный исследовательский стенд позволит проводить испытания различных конструкций вихревых аппаратов и струйных насосов (эжекторов) с целью их применения в системах питания воздухом (топливом) силовых установок образцов бронетанкового вооружения и техники, а также военной автомобильной техники.

Литература

1. Кукис В.С. Физико-математическая модель вихревых труб для регулирования температуры наддувочного воздуха / В.С. Кукис // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2015. № 1. С. 129–133.
2. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. — М.: Издательство «Машиностроение». 1969. 183 с.
3. Исследование вихревого эжектора / Колышев Н.Д. // Некоторые вопросы исследования вихревого эффекта и его промышленное применение. Труды первой научно-технической конференции. — Куйбышев. 1974. С. 75–79.
4. Дубинский М.Г. Вихревой вакуум-насос / Дубинский М.Г. // Известия АН СССР. ОТН. 1956. № 3. С. 155–159.
5. Кукис В.С. Использование вихревых труб в поршневых двигателях внутреннего сгорания [Текст]: монография / В.С. Кукис. — СПб: ВА МТО. 2015. 215 с.
6. Марков В.А. Впрыскивание и распыливание топлива в дизелях. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2007. 360 с.
7. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Ч. 2. — М.: Мир. 1990. 400 с.
8. Свидетельство РФ № 2020667174. Программа для сбора данных и управления параметрами жидкости учебно-исследовательского стенда «Вихревые аппараты и струйные насосы»: программа

для ЭВМ [Теск] / Д.В. Шабалин, Ю.В. Мамчур [и др.]; заявл. 24.12.20 г.; опубл. 21.12.20.

9. Свидетельство РФ № 2021610081. Программа для сбора данных и управления параметрами газа учебно-исследовательского стенда «Вихревые аппараты и струйные насосы»: программа для ЭВМ [Теск] / Д.В. Шабалин, Ю.В. Мамчур [и др.]; заявл. 24.11.20 г.; опубл. 12.01.21.

References

1. Kukis V.S. Physico-mathematical model of vortex tubes for regulating the temperature of the nadduvnogo air / V.S. Kukis // Scientific problems of transport in Siberia and the Far East. 2015. № 1. P. 129–133.
2. Merkulov A.P. Vortex effect and its application in technology. — M.: Publishing house «Mechanical engineering». 1969. 183 p.
3. Investigation of the vortex ejector / Kolyshchev N.D. // Some questions in the study of the vortex effect and its industrial application. Proceedings of the first scientific and technical conference. — Kuibyshev. 1974. P. 75–79.
4. Dubinsky M.G. Vortex vacuum pump / Dubinsky M.G. // News of the USSR Academy of Sciences. OTN. 1956. № 3. P. 155–159.
5. Kukis V.S. The use of vortex tubes in piston internal combustion engines [Text]: monograph / V.S. Cookies. — SPb: VA MTO. 2015. 215 p.
6. Markov V.A. Fuel injection and atomization in diesel engines. — M.: Publishing house of MSTU named after N.E. Bauman. 2007. 360 p.
7. Gould H., Tobochnik J. Computer modeling in physics. Part 2. — M.: Mir. 1990. 400 p.
8. Certificate of the Russian Federation № 2020667174. Program for data collection and control of fluid parameters of the educational research stand «Vortex devices and jet pumps»: computer program [Tesk] / D.V. Shabalin, Yu.V. Mamchur [and others]; declared 12.24.20; publ. 12/21/2020.
9. Certificate of the Russian Federation № 2021610081. Program for data collection and control of gas parameters of the educational research stand «Vortex devices and jet pumps»: computer program [Tesk] / D.V. Shabalin, Yu.V. Mamchur [and others]; app. 11.24.20; publ. 01/12/21.