ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.45.018.2

Обзор систем управления испытательным стендом

В.П. Федичкина, К.С. Талызина, В.И. Симоненко
Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация
Работа посвящена анализу систем управления испытательным стендом. Рассмотрены существующие системы управления стендом и специализированное программное обеспечение для испытательных стендов. Изучены компоненты испытательных стендов и описан принцип их работы. Особое внимание уделено преимуществам стендовых испытаний перед испытаниями, проводимыми в полевых условиях.

Ключевые слова: испытательный стенд, испытания, система управления, программное обеспечение

Для цитирования. Федичкина В.П., Талызина К.С., Симоненко В.И. Обзор систем управления испытательным стендом. *Молодой исследователь Дона*. 2025;10(2):72–76.

Overview of Test Bench Control Systems

Victoria P. Fedichkina, Karina S. Talyzina, Vladimir I. Simonenko
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract
The paper provides the analysis of test bench control systems. The existing test bench control systems and their specialized software have been studied. The test bench components have been investigated and the principle of their operation described. The advantages of bench over in-situ testing have been the focus of particular attention.

Keywords: test bench, testing, control system, software

For Citation. Fedichkina VP, Talyzina KS, Simonenko VI. Overview of Test Bench Control Systems. *Young Researcher of Don*. 2025;10(2):72–76.

Введение. Совершенствование методов и средств испытаний изделий машиностроения является ключевым аспектом, направленным на повышение надежности и подтверждение заявленного эксплуатационного ресурса разрабатываемых устройств и агрегатов. Во время стендовых испытаний оборудование может подвергаться нагрузкам, близким или превышающим фактические эксплуатационные нагрузки. Основной целью данного вида испытаний является изучение реакции объекта на нагрузки и определение их допустимых значений. На сегодняшний день существует большое количество технологий, позволяющих автоматизировать процесс испытаний, в связи с чем актуальна задача выбора эффективного метода разработки испытательных стендов в сжатые сроки [1]. Преимуществом стендовых испытаний является возможность оценки реакции образца на заданный вид и величину нагрузки по определенным параметрам, что позволяет выявлять скрытые ошибки проектирования. Кроме того, такие эксперименты обычно обходятся недорого. Целью исследования был анализ существующих систем управления испытательными стендами и определение преимуществ стендовых испытаний перед испытаниями в реальных условиях.

Основная часть. Конструктивно испытательная установка состоит из заготовки (плиты, рамы или другого устройства, удерживающего объект испытания), подсистемы нагружения образца (например, вибрационной или электрической, в зависимости от вида испытания) и контрольно-измерительного устройства, регистрирующего реакцию образца на нагрузку [2]. Рассмотрим подробно существующие системы управления испытательным стендом и проведём их анализ.

https://mid-journal.ru

© Федичкина В.П., Талызина К.С., Симоненко В.И., 2025

Автоматизированная система управления стендом для натурных испытаний элементов железнодорожного транспорта представляет собой 12-канальную систему управления и контроля электрогидравлического испытательного стенда для испытаний составных частей железнодорожного транспорта. Данная система создана на базе промышленного компьютера и использует высоконадежное оборудование, обеспечивающее требуемые точностные характеристики. Стенд предназначен для испытаний на усталость полномасштабных компонентов железнодорожного транспорта, а также тележек локомотивов и путевых машин. Характеристики системы управления обеспечивают такие параметры, как максимальная воспроизводимая и измеряемая нагрузка на сжатие и на растяжение-сжатие для вертикальных и горизонтальных каналов нагружения, составляющая 300 кН и ±150 кН соответственно. Она также позволяет сохранять необходимую точность настройки частоты нагрузки. Внедрение этой системы привело к повышению точности определения ресурсоемкости тестируемых компонентов, а также к улучшению надежности и производительности тестирования [3].

Испытательный стенд (ИС) для авиационных агрегатов и их составных частей представляет собой комплекс оборудования, содержащий измерительные, контрольные, регулирующие и технические элементы для испытаний изделий и агрегатов. В процессе испытаний объект подвергается нагрузкам, сопоставимым или даже превышающим реальные условия эксплуатации. Основная цель этого типа испытаний заключается в определении, как объект будет реагировать на конкретные условия и пределы нагрузки. Преимуществом использования ИС в реальных условиях является возможность оценки искомых физических свойств объекта с использованием фиксированных значений других параметров в ходе эксперимента, что может выявить скрытые дефекты в тестируемой системе [4].

Испытательный стенд тяговых двигателей постоянного тока предназначен для качественного ремонта тяговых электродвигателей постоянного тока и снижения вероятности их выхода из строя в процессе эксплуатации. Система функционирует по классической схеме с методом взаимной нагрузки и соответствует требованиям ГОСТ 2582-81. Стенд состоит из двух идентичных машин, соединенных полумуфтами: одна выполняет функции генератора (погрузочная машина — NM), другая — двигателя (тестируемая машина — IMT). В данной системе используются два генератора: G1 (GPE-1000) для покрытия магнитных и механических потерь и G2 (GPE–1700) для электрических потерь. Также в состав стенда входят тахогенератор, датчик скорости, датчик тока и тиристорный преобразователь. Испытательный стенд установлен на ООО «Рудоремонтный завод» компании «Востсибуголь» в Черемхово и является частью более крупного испытательного комплекса для электрических машин постоянного тока, что позволяет проводить послеремонтные испытания как автономных, так и серийных машин [5].

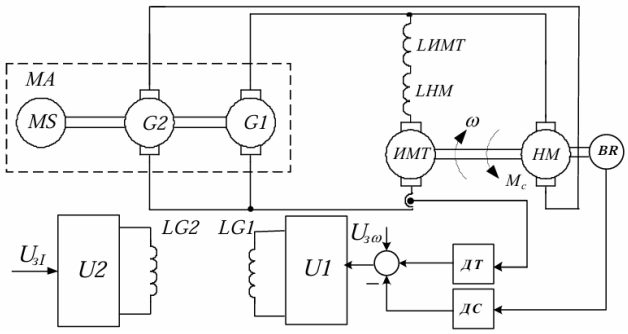

Рис. 1. Схема испытательного стенда тяговых двигателей

В Южно-Уральском государственном университете был разработан учебный лабораторный стенд, предназначенный для имитации работы прямоточного котла. Этот стенд обеспечивает возможность детального изучения процессов, происходящих в однозмеевиковом паровом котле. Лабораторный стенд является упрощенной версией парового котла и включает в себя гидравлическую систему (рис. 2) и аэродинамическую систему (рис. 3).

Стенд моделирует движение жидкого охлаждающего вещества через змеевик, в то время как вихревой поток, создаваемый вентилятором, имитирует движение дыма через этот же змеевик. Для измерения скорости и температуры воздушного потока используется анемометр, управляемый с помощью смартфона, что позволяет удобно и точно получать необходимые данные. Эти значения затем отображаются на компьютере в виде сводных таблиц, что упрощает анализ результатов.

В качестве управляющего устройства был выбран программируемый логический контроллер марки ОВЕН, работающий с программным обеспечением CoDeSys V2.3. Таким образом, данный стенд предоставляет обучающимся уникальную возможность научиться управлять электрооборудованием, а также на практике познакомиться с приборами для измерения расхода, температуры и давления [6].

https://mid-journal.ru

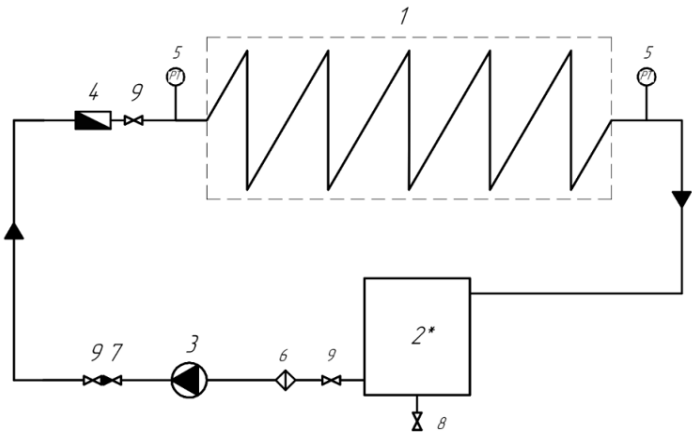

Рис. 2. Схема гидравлической системы лабораторного стенда: 1 — змеевик; 2 — емкость для воды; 3 — насос; 4 — расходомер; 5 — датчик давления; 6 — фильтр-грязевик; 7 — обратный клапан; 8, 9 — кран шаровый

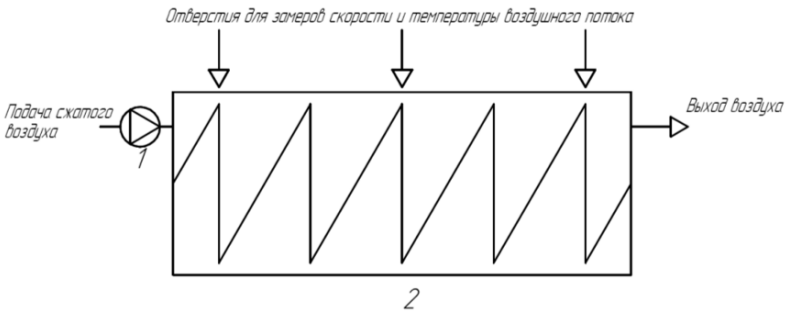

Рис. 3. Схема аэродинамической системы лабораторного стенда: 1 — вентилятор; 2 — цилиндр со змеевиком

В Московском государственном университете сотрудниками и студентами был проведён обзор *стендов* НТЦ-02 «Автоматизированное управление электроприводами», НТЦ-12 «Основы автоматики», НТЦ-24 «Электропривод» а также НТЦ-25 «Основы электропривода». Данные стенды были оборудованы микроконтроллерами, силовыми модулями и драйверами интерфейсов. Персональный компьютер дополняет стенды, обеспечивая сбор информации, обработку данных и построение графиков. Выполнять работы в автоматическом режиме, фиксировать переходные процессы, а также отслеживать все изменения в реальном времени позволяет программное обеспечение EL-drive. Система измерений включает периферийные блоки для измерения токов, напряжений и частоты вращения двигателей, а также цифровую индикацию и связь с ПК через RS-485. Студенты отмечают высокую надежность и безопасность системы, а также доступность электрических схем и применение современных технологий [7].

Помимо самих стендов, также ведется разработка программного обеспечения для них. Рассмотрим несколько примеров такого ПО более детально.

Сотрудники кафедры технического сервиса машин МГУ им. Н. П. Огарёва разработали специализированное программное обеспечение для нового гидравлического стенда, который используется для контроля технического состояния гидроагрегатов. Программное обеспечение обеспечивает сбор, обработку и сохранение данных с датчиков во время испытаний, включая датчики частоты вращения, расхода, а также давления и температуры. Оно рассчитывает коэффициент полезного действия (КПД) и крутящий момент объемного гидропривода, проводит анализ испытаний и настраивает измерительную систему для обеспечения точности показаний. Это ПО позволяет собирать и обрабатывать параметры диагностики объемных гидроцилиндров, сохранять результаты и анализировать данные испытаний. В результате испытаний определяются параметры технического состояния гидроприводов для дальнейшего заключения об их пригодности. Внедрение такого стенда вместе с программным обеспечением позволит с высокой точностью определять все параметры технического состояния гидроприводов, даже в условиях ремонтных предприятий и сервисных центров [8].

В Альметьевском государственном нефтяном институте было разработано программное обеспечение для испытательного стенда электрических центробежных насосов (ЭЦН). Необходимость этого ПО была обусловлена результатами анализа современных методов расчета гидродинамических характеристик насосов, которые не всегда дают требуемые результаты. Программное обеспечение для испытательного стенда ЭЦН было разработано с использованием языка высокого уровня C# в интегрированной среде разработки Visual Studio Professional 2022. При проектировании архитектуры приложения для создания уровня аппаратной абстракции применялся метод

реализации HAG (Hardware Abstraction Layer). Это программное обеспечение предназначено для автоматизации процесса испытаний ЭЦН, а также для управления данными о размерах ЭЦН и результатах испытаний. В систему также встроена программа для контроля аварийных ситуаций, что помогает свести к минимуму риск выхода из строя как стенда, так и тестируемого оборудования. Результатом тестирования является протокол с заключением о годности к эксплуатации [9].

Анализ существующих систем управления испытательными стендами выявил ряд преимуществ стендовых испытаний по сравнению с проведением испытаний в реальных условиях. Применение современных методов в организации испытаний помогает значительно сократить время, необходимое для их проведения, и повысить качество результатов. Системы управления обеспечивают высокую степень автоматизации, точности и безопасности, что делает их незаменимыми в современных условиях. С развитием технологий можно ожидать появления новых решений, которые еще больше упростят процессы тестирования и повысят их эффективность.

Заключение. Анализ существующих систем управления испытательными стендами выявил ряд преимуществ стендовых испытаний перед проводимыми в реальных условиях. Применение современных методов в проведении испытаний помогает сократить время на испытания и повысить их качество. Системы управления обеспечивают высокую степень автоматизации, точности и безопасности, что делает их незаменимыми в современных условиях. С развитием технологий можно ожидать появления новых решений, которые еще больше упростят процессы тестирования и увеличат их эффективность.

Список литературы:

1. Zhuravlev AV, Aksyonov KA, Knyaev RO. System analysis and processing of parameters of the test bench. *Journal of Physics: Journal of Physics: Conference Series.* 2020;1694:012002. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1694/1/012002

2. Столыга И.А., Комарова С.Г. Процедура создания испытательного стенда на предприятии. *Успехи в химии и химической технологии.* 2017;31(5):25–27.

3. Роженцев В., Новиков А., Мараховский В., Шаманин А. Автоматизированная система управления стендом для натурных испытаний элементов железнодорожного транспорта. *Разработки. Железнодорожный транспорт.* 2006;(4):34–39. URL: https://www.cta.ru/articles/cta/otrasli/zheleznodorozhnyy-transport/125116/ (дата обращения: 20.02.2025).

4. *Испытательные стенды для авиационных агрегатов и их частей.* TeraCont.ru URL: https://www.teracont.ru/product/ispytatelnye-stendy-dlya-aviatsionnykh-agregatov-i-ikh-chastey/ (дата обращения: 20.02.2025).

5. Сорокин А.В., Леоненко А.С. Система управления испытательного стенда тяговых двигателей постоянного тока. *Вестник Иркутского государственного технического университета.* 2012;(6(65)):133–137.

6. Осинцев К.В., Кускарбекова С.И. *Разработка автоматизированной системы управления для учебного лабораторного стенда*. 2022;22(3):141–150. http://doi.org/10.14529/ctcr220313

7. Пейль Н.Г., Маковей Т.И., Ионов П.В., Кузьмин К.Д. Анализ работы новых лабораторных стендов НТЦ. *Горный информационно-аналитический бюллетень.* 2009;(S8):330–334.

8. Пьянзов С.В., Сенин П.В., Ионов П.А., Столяров А.В., Земсков А.М., Ильин М.В. и др. Разработка программного обеспечения стенда для контроля технического состояния объемных гидроприводов. *Инженерные технологии и системы.* 2021;(4):501–517. https://doi.org/10.15507/2658-4123.031.202104.500-517

9. Горшкова К.Л., Валеев А.А. Автоматизированная система управления испытательным стендом ЭЦН. *Научно-технический вестник Поволжья.* 2022;(12):211–213.

Об авторах:

Виктория Павловна Федичкина, магистрант Института перспективного машиностроения «Ростсельмаш» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), viktoriafedichkina7@gmail.com

Карина Сергеевна Талызина, магистрант Института перспективного машиностроения «Ростсельмаш» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), carinaetalyzina@gmail.com

Владимир Игоревич Симоненко, магистрант Института перспективного машиностроения «Ростсельмаш» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), Vladimir.simonenko02@gmail.com

***Конфликт интересов:* авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Victoria P. Fedichkina, Master's Degree Student of the Institute of Advanced Mechanical Engineering "Rostselmash", Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), viktoriafedichkina7@gmail.com

Karina S. Talyzina, Master's Degree Student of the Institute of Advanced Mechanical Engineering "Rostselmash", Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), carinaetalyzina@gmail.com

Vladimir I. Simonenko, Master's Degree Student of the Institute of Advanced Mechanical Engineering "Rostselmash", Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), Vladimir.simonenko02@gmail.com

Conflict of Interest Statement: **the authors declare no conflict of interest.**

All authors have read and approved the final manuscript.