

## СИСТЕМА ТЕСТИРОВАНИЯ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ ОБЪЕКТА ПРОВЕРКИ

П. А. Илларионов, А. В. Ковалев, А. Е. Запольский

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

*Представлена система автоматизированного распознавания объекта проверки на испытательных стендах гидравлического насосного оборудования, а также автоматического сохранения результатов испытаний.*

**Ключевые слова:** автоматизация, тестирование, насосное оборудование, испытательный стенд, идентификация, техническое зрение, база данных.

## PUMPING EQUIPMENT TESTING SYSTEM WITH IDENTIFICATION OF THE INSPECTION OBJECT

P. A. Illaryjonau, A. V. Kavaleu, A. Ya. Zapolski

*Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus*

*The abstract presents a system for automated recognition of the test object on test benches of hydraulic pumping equipment, as well as automatic storage of test results.*

**Keywords:** automation, testing, pumping equipment, test bench, identification, technical vision, database.

В настоящее время насосы являются одним из ключевых видов промышленного оборудования, широко применяемого во многих отраслях промышленности. Эффективность и надежность насосного оборудования оказывают значительное влияние на эффективность производственных процессов и безопасность объектов инфраструктуры.

Испытательные стенды гидравлического насосного оборудования являются критически важным инструментом для обеспечения качества, надежности и безопасности современных машин и механизмов. Они создают условия, максимально приближенные к реальным рабочим, для всесторонней проверки гидравлических агрегатов. Применяются в следующих случаях: для входного контроля новых насосов на производстве; приемно-сдаточных и периодических испытаний серийной продукции; диагностики и послеремонтных испытаний; для подтверждения работоспособности и восстановленных характеристик оборудования; определения технических параметров, таких как подача, давление, коэффициент полезного действия (КПД), мощность и ресурс работы.

Ключевая проблема многих испытательных стендов – невозможность автоматически распознать установленное оборудование, зафиксировать процесс и результаты испытаний и оперативно получить информацию о проведенных ранее испытаниях. Традиционный подход к испытаниям гидравлического оборудования часто включает в себя ручной ввод данных, бумажные журналы и субъективную оценку результатов. Это приводит к ошибкам, потере времени, сложностям с верификацией и затрудняет анализ статистики.

Рассматриваемая система тестирования позволит, в первую очередь, свести к минимуму ошибочные записи данных испытаний. Электронное хранение этих данных сделает их более удобными для поиска и просмотра [1].

Структурная схема системы тестирования представлена на рис. 1.

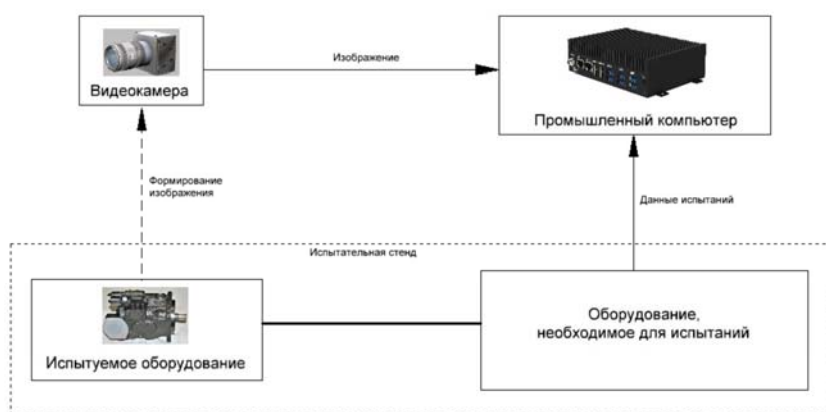


Рис. 1. Структурная схема системы тестирования

Система тестирования состоит из четырех основных блоков: техническое зрение, алгоритмы распознавания объектов, система управления базой данных, автоматизированное рабочее место.

Техническое зрение включает в себя промышленную IP-камеру, установленную на некотором оптимальном расстоянии от места установки тестируемого оборудования, создающую изображение в высоком разрешении для дальнейшего распознавания оборудования. Также используется для видеофиксации процесса испытаний.

Алгоритмы распознавания объектов работают на локальном промышленном компьютере, принимают изображения с камеры, проводят поиск и распознавание QR-кодов, сохраняют эти изображения в нужный для хранения формат.

Система управления базой данных хранит все необходимые данные об испытанном оборудовании для дальнейшего удобного использования. Может работать как локально (только на компьютере одного стенда), так и удаленно (облачная база данных) [2].

Автоматизированное рабочее место (АРМ) представляет собой стоечную панель с монитором, которая позволяет взаимодействовать с системой тестирования (от подачи различных команд до просмотра истории испытаний).

Алгоритм работы представленной системы можно разделить на три части – регистрация испытуемого объекта, верификация и проведение испытаний, просмотр истории.

Регистрация испытуемого оборудования заключается во внесении вручную в базу данных идентификационного номера, который может состоять из модели, серии, названия и т. д. Далее, на основе этого номера, формируется QR-код с буквенно-цифровой кодировкой, который печатается размерами  $20 \times 20$  мм и крепится на корпус тестируемого оборудования для облегчения его идентификации в дальнейшем.

Эскиз экрана АРМ представлен на рис. 2.

Верификация и проведение испытаний заключаются в том, что во время или после установки испытуемого оборудования разрабатываемая система автоматически находит QR-код и идентифицирует его. Далее в базу данных записываются результаты испытания, дата, время начала и завершения испытания, видео с камеры, а также предлагается ручной ввод примечаний.

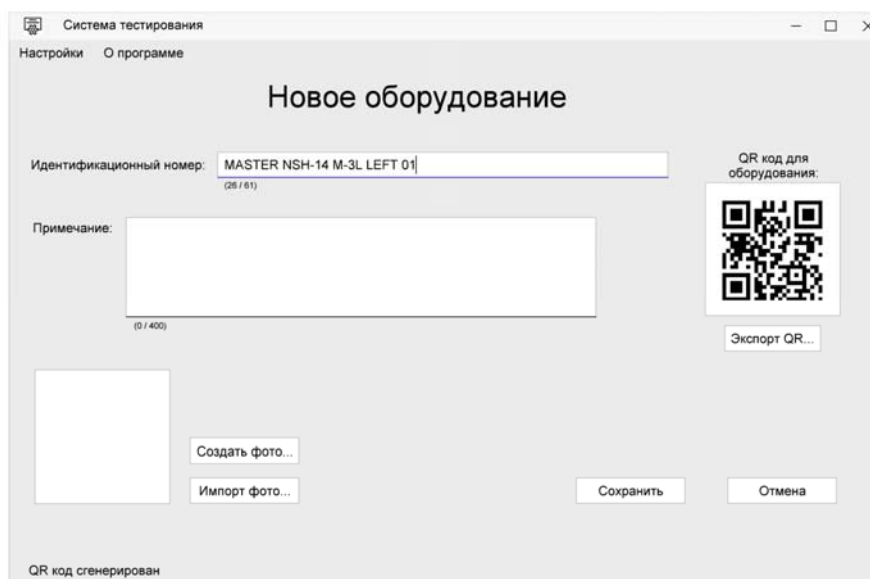


Рис. 2. Регистрация оборудования в системе

Просмотр истории позволяет при необходимости быстро получить всю информацию о любом зарегистрированном в системе испытанном оборудовании с помощью QR-кода или идентификационного номера (его части).

Хранение данных организовано с помощью реляционной базы данных. Для каждого насосного оборудования создается таблица со следующими полями: id (первичный ключ); идентификационный номер оборудования; фотография оборудования; дата проведения испытания; время проведения испытания; место проведения испытания; результат испытаний, относящиеся к оборудованию и его испытанию.

Система тестирования позволит автоматизировать процесс идентификации оборудования и сохранения данных испытаний. Она исключит человеческую ошибку в работе с данными, а также намеренное ухудшение результатов испытаний с целью удорожания ремонта тестируемого оборудования, так как весь процесс испытаний фиксируется. Данные надежно сохраняются (в отличие от произвольной записи в книгу или блокнот) и к ним легко и быстро можно получить доступ. Эта система может быть полезна там, где необходим входной контроль, в центрах диагностики и ремонта оборудования.

#### Литература

1. Санчугов, В. И. Основные виды испытаний гидрооборудования : Электр. учеб. пособие / В. И. Санчугов, В. Н. Илюхин, В. М. Решетов. – Самар. гос. аэрокосм. ун-т, Самара, 2010. – 61 с.
2. Бондаренко, Р. С. Реализация системы компьютерного зрения на базе OpenCV для системы «Умная теплица» / Р. С. Бондаренко, А. Е. Запольский // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 27–28 апр. 2023 г. : в 2 ч. Ч. 2 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 36–38.