

решение ввести в неё регулируемый дроссель с электромагнитным приводом и цифровой манометр, привод ведущего вала насоса осуществлять от двигателя постоянного тока с необходимым изменением частоты вращения его вала и контролем её с помощью стробоскопического тахометра, а измерения производительности насосов производить напрямую с использованием объёмного расходомера с цифровым отсчётом. Принципиальная схема модернизированного варианта испытательного стенда представлена на рисунки 1.

Важной особенностью данного варианта испытательного стенда является наличие отводной

магистральной и необходимых конструктивных элементов, обеспечивающих лёгкое встраивание в его конструкцию эталонного расходомера с целью проведения метрологической аттестации стенда. Такая конструкция стенда обеспечивает возможность автоматизировать как процесс испытаний масляных насосов выделенного типа, так и процесс метрологической аттестации стенда.

#### Литература

1. Орлов Ю.М. Объёмные гидравлические машины: конструкция, проектирование, расчёт // М.: Машиностроение, 2006. – 220 с.

УДК 001.893:65.011.56:658.562

### МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА БЕСКОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

Соколовский С.С.<sup>1</sup>, Алексиевич А.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>НПО «ФЕНОКС»

Минск, Республика Беларусь

В качестве объекта исследования выступает стенд для испытаний на долговечность жидкостных насосов, предназначенных для использования в системах охлаждения автомобильных двигателей. Суть таких испытаний состоит в прокачивании испытуемым насосом технологической жидкости регламентированной температуры по замкнутому контуру при определённом давлении и фиксированной частоте вращения вала насоса.

Как следует из методики испытаний, одним из функциональных параметров, определяемых при аттестации стенда, является температура технологической жидкости. Учитывая то, что такую температуру необходимо измерять в замкнутом закрытом контуре при функционировании стенда, было принято решение использовать бесконтактный метод измерения, реализуемый на базе инфракрасного пирометра «Нимбус-760». При этом возникла проблема минимизации методической погрешности измерения, связанной с тем, что такой прибор позволяет получать интегральную оценку температурного поля всего стенда, которое фактически весьма неоднородно. Очевидно, что температура технологической жидкости будет максимальной в зоне расположения нагревательных элементов и будет существенно отличаться в разных точках резервуара. Очевидно также то, что такую температуру необходимо измерять на входе в испытуемый насос.

Для минимизации рассматриваемой методической погрешности измерения было принято решение использовать лазерный указатель, установленный на пирометр, для более точного наведения входного отверстия пирометра в нужную точку измерения. Были проведены исследования,

суть которых состояла в измерении температуры жидкости в разных точках резервуара, равномерно распределённых по его объёму. Анализ экспериментальных данных показал, что неопределённость точки наведения такого пирометра может приводить к методической погрешности измерения температуры, составляющей около 6 °С, что является недопустимым. Второй проблемой было определение оптимального расстояния до объекта измерения. Для её решения было проведено дополнительное исследование, заключающееся в измерении температуры жидкости в выделенной контрольной точке на разном удалении пирометра от объекта измерения. Исследование показало, что минимальное значение погрешности измерения соответствует расстоянию от объекта измерения до пирометра от 0,5 до 1,5 метров.

Таким образом, согласно разработанной методике выполнения измерений температуру технологической жидкости требуется измерять в замкнутом закрытом контуре, в определённой его точке и при фиксированном расстоянии от точки измерения до пирометра. Очевидно, что несмотря на достаточно точное наведение пирометра на точку измерения (для этого предусмотрено использование специального лазерного указателя), на результат измерения температуры жидкости в этой точке будет также оказывать влияние инфракрасное излучение всего объекта, особенно его зон с наиболее высокой температурой (места расположения нагревательных элементов). Для оценивания возникающей из-за этого погрешности измерения было проведено следующее экспериментальное исследование.

С целью получения опорных значений температуры использовался жидкостной эталонный термометр. Учитывая невозможность непосредственного измерения температуры рассматриваемой жидкости таким термометром, было принято решение эксперимент проводить по следующей схеме.

Специальный сосуд, выполненный из такого же материала что и резервуар стенда, заполнялся жидкостью, аналогичной технологической жидкости стенда. Эту жидкость нагревали с помощью внешнего автономного нагревателя до температуры, превышающей верхний предел допустимого изменения температуры технологической жидкости стенда на 5 °С. Затем этот сосуд располагали на специальной подставке как можно ближе к месту расположения выделенной точки контроля температуры технологической

жидкости стенда. В процессе остывания жидкости в сосуде в момент достижения температуры, соответствующей верхнему пределу допустимого изменения температуры технологической жидкости стенда, отключались нагревательные элементы стенда и по ходу совместного остывания системы «сосуд-стенд» производилось одновременное измерение температуры жидкости в сосуде с помощью эталонного термометра и пирометра.

В результате проведенного исследования было установлено, что погрешность измерения температуры технологической жидкости в замкнутом трубопроводе рассматриваемого испытательного стенда бесконтактным методом с помощью инфракрасного пирометра не превышает 1,5 °С, что является вполне приемлемым в данном случае.

УДК 616-071

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ЗАХВАТА ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ У СТУДЕНТОВ БЕЛОРУССКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Самохвал П.М., Бельский И.В.

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь*

Осанка – это важный показатель здоровья и физического развития, поскольку правильная осанка обеспечивает оптимальные условия для функционирования всех органов и систем организма. Тяжелые нарушения осанки, напротив, значительно снижают уровень жизненных сил и степень выносливости человека любого возраста.

Нарушение осанки с каждым годом становится все более и более распространенным явлением, причем оно очень сильно «молодеет». Согласно статистике Министерства здравоохранения Республики Беларусь, нарушение осанки наблюдается у 28 % детей в возрасте 7–9 лет, у 36 % детей 10–14 лет, а в возрасте 15–17 лет – уже более, чем у 41 %. Среди студентов вузов этот показатель достигает 90 % [1].

Широкая распространенность нарушений осанки требует разработки надежных и доступных методов диагностики состояния осанки у студентов ВУЗов для корректной работы в группах специальной медицинской группы и подготовительной группы по физической культуре.

В работе мы рассматриваем применение методики захвата движения, как одного из инновационных методов диагностики и коррекции нарушений осанки направленных на укрепление здоровья студентов средствами фитнеса.

Захват движения – это технология, позволяющая записывать не изображение, а только движения человека (или любого другого объекта) с помощью специальных отражающих маркеров и системы инфракрасных излучателей(камер), ко-

торые считывают отраженное излучение и передают эти данные в компьютер [2].

В качестве системы захвата движения использовалась система Qualisys. Система Qualisys состоит из 8 камер Qqus (7 камер захвата данных и одна видеокамера), подключенных к компьютеру, на котором происходит настройка камер, видеозахват данных и их последующая обработка. Камеры устанавливаются на штативах, которые минимизируют риск любого рода движений или вибраций. Также система имеет два блока питания. Один блок питания позволяет подключать до 4-х камер. Между собой камеры соединены кабелем для передачи данных. Схема подключения системы представлена на рисунке 1.

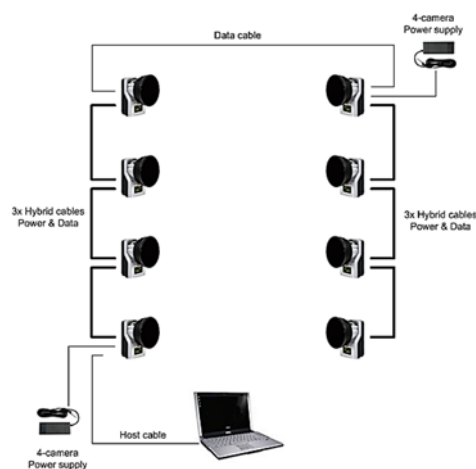


Рисунок 1 – Схема подключения системы Qualisys