

второго выбега, с; коэффициент Стьюдента; доверительная вероятность значений, %.

При проведении расчетов определяется: Среднее значение интервала времени для каждого выбега, с; Абсолютная погрешность среднего значения интервала времени для каждого выбега, с; Абсолютная погрешность среднего значения интервала времени для каждого выбега, с; Средняя скорость выбега, км/ч; Среднее замедление выбега, (км/ч)/с; Коэффициент аэродинамического сопротивления воздуха; Абсолютная погрешность среднего значения аэродинамического сопротивления воздуха, %.

Следует отметить, что относительная погрешность измерений не должна превышать 3 %, если после 10 измерений погрешность превышает 3 %, то испытания данного карьерного автосамосвала прекращаются.

Таким образом сформированная методика позволит получить эмпирические, более точные, значения коэффициента аэродинамического сопротивления воздуха карьерных автосамосвалов.

Последующие исследования будут направлены на формирование методики исследования сопротивления качения крупногабаритных шин и положение центра масс карьерных автосамосвалов.

Литература

1. Автомобильный справочник: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.
2. Почужевський О.Д. Обґрунтування раціональних параметрів системи «двигун-трансмсія» кар'єрних самоскидів» [Текст] : дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук : 05.05.06 / Почужевський О.Д. / ДВНЗ «Криворізький національний університет. – Кривий Ріг., 2013. – 200 стор.
3. ГОСТ 22576-90 Автотранспортные средства. Скоростные свойства. Методы испытаний.
4. ГОСТ 30537-97 Самосвалы карьерные. Общие технические условия.
5. ГОСТ 31302-2005 Средства транспортные внедорожные большегрузные. Общие технические условия.

УДК 533.69.048.3.015.32(045)(476)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЭТАЛОН ЕДИНИЦЫ СКОРОСТИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА Манкевич О.Д., Ровнейко И.В.

Белорусский государственный институт метрологии, Минск, Республика Беларусь

Эталон единицы скорости воздушного потока создавался в соответствии с заданием 2.3 «Исследовать установку аэродинамическую эталонную измерительную и создать на ее основе Национальный эталон единицы скорости воздушного потока» научно-технической программы «Разработка и изготовление эталонов Беларуси, уникальных приборов и установок для научных исследований» подпрограммы «Эталоны Беларуси» и договором № 5/2016 от 15.06.2016 между Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь и Республиканским унитарным предприятием «Белорусский государственный институт метрологии». Эталон создан и исследован в период со 2 кв. 2016г. по 4 кв. 2017г.

Основными элементами созданного эталона являются:

1. Установка эталонная аэродинамическая измерительная, основные функциональные элементы которой рассмотрены в [1]. Принцип действия данной установки заключается в следующем: для создания воздушного потока служит вентилятор, выходной патрубок которого соединен с воздуховодами. В конструкции воздуховодов применены аэродинамические углы, обеспечивающие минимизацию трения во время прохождения воздуха. Из воздуховодов воздух попадает в подготовительные камеры стабилизации потока. При этом в одной из камер расположен сотовый струевыпрямитель, который обеспечивает достижение посто-

янного потока, а также снижает чувствительность установки к внешним влияниям. В подготовительной камере расположен дополнительный струевыпрямитель в виде сита. Он служит для обеспечения однородности линий воздушного потока, а также гашения оставшихся возмущений потока. После подготовки воздух поступает на выход измерительного сопла, предназначенного для передачи воздуха с заданной скоростью. Измерительное сопло в виде конфузора приводит к ускорению потока воздуха, поступающего из подготовительной камеры. Диффузоры служат для замедления скорости потока путем увеличения диаметра трубопровода. В состав установки входит регулятор давления, представляющий собой ряд отверстий, расположенных по диаметру трубопровода, входное сопло. Внешний вид аэродинамической установки показан на рисунке 1.

2. Трубка ПИТО в комплекте с преобразователями дифференциального давления и системой вычисления и управления потоком и термоэлектрический анемометр типа 8455-300-1 с системой вычисления и управления потоком. Данные средства измерений являются рабочими эталонами, при помощи которых осуществляется метрологический контроль средств измерений скорости воздушного потока. Внешний вид трубки Пито и термоэлектрического анемометра приведены на рисунке 2, а системы вычисления и управления потоком – на рисунке 3.



Рисунок 1 – Аэродинамическая установка

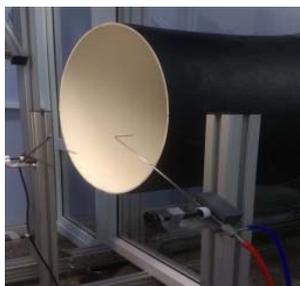


Рисунок 2 – Трубка Пито и термоэлектрический анемометр



Рисунок 3 – Система вычисления и управления потоком

3. Преобразователи абсолютного давления, температуры и влажности измеряемой среды.
4. Система позиционирования 3-х координатная.
5. Аэрозольный генератор AGF.
6. Компрессор.
7. Персональный компьютер.
6. LDA система.

LDA система является высоточным прибором для измерения скорости потока и основывается на принципе лазерного доплеровского измерения скорости. Главным условием для выполнения измерений является оптическая доступность потока среды. Два лазерных луча пересекают друг друга, создавая зону с перекрытием, который служит измерительным объемом. В данном измерительном объеме образуется картина расположения интерференционных полос, расстояние ΔX между которыми определяется длиной волны λ лазерного излучения и углом Θ между двумя лазерными лучами

$$\Delta X = \frac{\lambda}{2 \cdot \sin\left(\frac{\Theta}{2}\right)} \quad (1)$$

Микроскопические частицы, присутствующие в потоке, рассеивают лазерный свет при прохождении через измерительный объем в об-

ратном направлении на частоте, пропорциональной скорости потока. Этот обратно рассеянный свет с помощью фотодетектора преобразуется в сигнал напряжения, который затем фильтруется и усиливается, частота доплеровского смещения определяется с помощью Быстрого Преобразования Фурье.

В LDA системе в качестве источника света используется поляризованные, одномодовые лазеры. Лучи имеют высокий фактор качества пучка. Основными компонентами LDA системы являются зонд и контроллер. Внешний вид LDA системы представлен на рисунке 4.

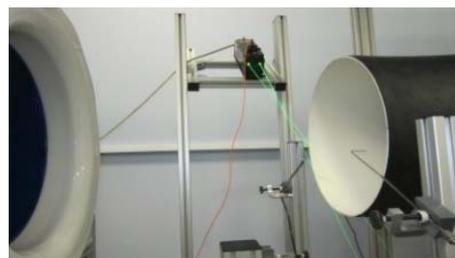


Рисунок 4 – Внешний вид LDA

Исследования метрологических характеристик установки аэродинамической эталонной измерительной осуществлялись на протяжении 2015 – 2017 годов. В 2015 – 2016 годах при помощи рабочих эталонов проводились исследования аэродинамической установки в части погрешности воспроизведения скорости воздушного потока и стабильности результатов измерений.

В 2017 году были проведены калибровки лазерного анемометра:

- в РТВ, Германия, с целью определения расстояния между интерференционными полосами,
- в ПЛА, Германия, с целью определения точностных характеристик при измерении доплеровской частоты.

В 2017 году при помощи лазерного анемометра проводились исследования метрологических характеристик аэродинамической установки в комплекте с рабочими эталонами (трубкой Пито и термоэлектрическим анемометром) при воспроизведении и передаче единицы скорости воздушного потока.

Абсолютная погрешность измерения скорости воздушного потока Δ , м/с, находится в пределах:

- при использовании анемометра термоэлектрического в комплекте с системой вычисления потока;
 - в диапазоне от 0,1 до 0,5 м/с: $\pm(0,0004 + 0,001 \cdot V)$;
 - в диапазоне свыше 0,5 до 2,0 м/с: $\pm(0,0001 + 0,004 \cdot V)$;
- при использовании трубки напорной Пито в комплекте с преобразователями дифференциального давления и с системой вычисления потока;
 - в диапазоне свыше 2 до 50 м/с: $\pm(0,009 + 0,009 \cdot V)$.

В ходе проведенных исследований установлено, что подтверждается стабильность поддержания скорости воздушного потока по результатам поученным в 2015, 2016 и 2017 годах.

Данный комплект оборудования для измерения скорости воздушного потока утвержден в качестве Национального эталона единицы скорости воздушного потока Постановлением Государства Республики Беларусь № 3 от 17.01.2018.

В настоящее время при помощи созданного Национального эталона выполняются работы по метрологическому контролю средств измерений скорости воздушного потока различных типов и принципов действия (testo, ТКА-ПКМ,

ИСП-МГ4, АСЦ-3, МЭС-200А, ТТМ-2, трубки напорные ПИТО и НИИОГАЗ).

Литература

1. О.Д. Манкевич, И.В. Ровнейко «Создание установки аэродинамической эталонной измерительной», – Сборник научных трудов БелГИМ. Выпуск 14, – Минск, БелГИМ, 2016-Вып. 14. – 156 с.

2. WK 845050-G Wind Tunnel. Manual. V1.00

3. ГОСТ 8.542-86 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений скорости воздушного потока.

УДК 535.3

THE MAIN PROVISIONS OF THE HIGH-RESOLUTION COLORIMETRY

Saukova Y.

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

According to [1] colorimetry is a measurement of colour performed in accordance with an accepted system of conventions (international agreements). Since color is defined as sensation [1] and a measurable value [2] it can be evaluated qualitatively (subjective methods) and measured quantitatively (objective methods). Subjective methods are based on the equalization of colours before the disappearance of their visual differences with the help of visual additive and subtractive colorimeters, color scales and atlases. N.D. Nyuberg proposed to divide the process of research and interpretation of color effects on the organs of vision into three levels [3]:

– physical (optical phenomena arising from the interaction of light radiation with objects in different environments and conditions of observation);

– physiological (effects of optical radiation on the visual analyzer, including light and color sensations);

– psychological (psychological sensations caused by the influence of radiation with certain physical characteristics, including the environment).

Objective methods involve the use of measuring instruments to obtain spectral distribution functions of primary and secondary emitters and on their basis to determine the coordinates of color and chromaticity [2, 4]. Basic colorimetry is based on standardized models of observation conditions and is used in the control of products in medicine, chemical, paint industry, printing. The highest colorimetry according to Vyshetsky «includes methods for assessing the perception of color stimulus presented to the observer in a complex environment that we observe in everyday life» [5] that is, in real conditions of observation. The problem of correct colour reproduction and colour perception becomes more complicated when reproducing a color image (reproduction, color photography, the image on the screen of the TV, computer) because it increases the amount of information and the accurateness of color people can judge, mainly relying on their

memory (provided that in this moment he didn't see the original). Therefore, in this case it is necessary to ensure the process of hardware independent color reproduction [6]. The technologies of color information transmission of images in telecommunication systems are based on the use of the highest colorimetry principles. Taking into account the characteristics of visual perception and observation conditions including colorimetric parameters of the environment is an important trend for further improvement of these systems. D. Fairchild introduced the concept of «absolute» and «relative» colorimetry in terms of capabilities of the color reproduction technical means. If the output device has a wider spectrum than the original profile, that is, all colors at the input can be displayed at the output visualization using absolute colorimetry is used and colors outside the boundaries of the reproduced color will be transferred to the edge of the color spectrum of the output device while preserving the «white point» [6]. Relative colorimetry takes place in color transformations of colour rendering systems allowing to shift colours with the movement of the «white point» to a new position taking into account the limitations of the technical devices colour gamut [6].

The prerequisites for the development of high-resolution colorimetry are colour television and digital photography, integrated control of the light environment, information and advertising industry as well as the development and cheapening of digital technology. Under the High-Resolution Colorimetry, the author implies a methodology of multiparameter measurements and an interdisciplinary field of research covering methods and means of measurement, control and testing of self-luminous and non-self-luminous objects at all stages of their life cycle, based on the use of technologies of digital registration of objects with high spatial resolution and processing of their images, allowing a given level of