

УДК 504.064.38

## ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО АНЕМОРУМБОМЕТРА НА ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ВЕТРА

Павлюковец Е.Ю., Кузнечик В.О., Чалевич А.Ю.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Проведены исследование влияние конструкции 4-х излучающего ультразвукового анеморумбометра на измеряемое значение скорости ветра. Приведены результаты измерений до и после введенной компенсации.

**Ключевые слова:** ультразвуковой анеморумбометр, определение скорости ветра.

### INFLUENCE OF ULTRASONIC ANEMOMETER DESIGN ON WIND SPEED MEASUREMENT

Pavlyukovets E.Yu., Kuznechik V.O., Chalevich A.Yu.

Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** A study was conducted of the influence of the design of a 4-emitting ultrasonic anemometer on the measured value of wind speed. The measurement results before and after the introduced compensation are presented.

**Key words:** ultrasonic anemometer, determination of wind speed.

Адрес для переписки: Кузнечик В.О., пр. Независимости, 65, г. Минск, 220113, Республика Беларусь  
e-mail: kuznechik@bntu.by

Измерение скорости и направления ветра (газовых потоков) осуществляется с помощью анемометров.

Принцип действия анемометров ультразвукового типа основан на измерении времени распространения ультразвукового импульса между излучателем и приемником в зависимости от скорости и направления ветра (ориентации вектора движения воздуха).

Существуют двухкомпонентные и трехкомпонентные ультразвуковые анемометры. Первые измеряют скорость ветра и направление его движения по частям света, а вторые – все три компонента вектора скорости воздуха.

Целью работы является моделирование влияния конструкции анемометра на его работу и испытание прибора в аэродинамической трубе для обеспечения заданной точности измерений в заданном диапазоне скоростей ветра и направлений воздушных потоков.

Моделирование работы анемометра и симуляция воздушного потока производилось в программной среде SolidWorks.

На рисунке 1 представлена упрощенная модель излучателя анемометра, часть опоры его крепления с симуляцией воздушного потока со скоростью 20 м/с.

Калибровка и испытания датчика ветра проводились в аэродинамической трубе.

Испытания предназначены для определения отклонения скорости, измеряемой анемометром, от известного потока, создаваемого в аэродинамической трубе (рисунок 2).

В трубе предусмотрена установка испытуемого прибора под разными углами к воздушному потоку. Изменение скорости воздушного потока в

аэродинамической трубе осуществляется в диапазоне от  $0,01V_{\max}$  до  $V_{\max}$ , где  $V_{\max}$  – предельная максимальная скорость ветра, которую нужно измерить [1].

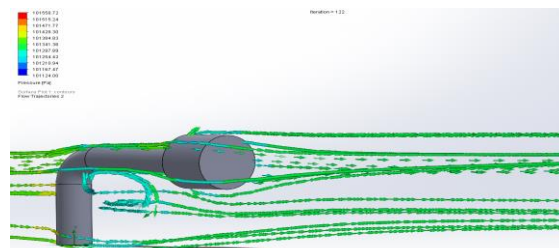


Рисунок 1 – Моделирование воздушного потока в SolidWorks

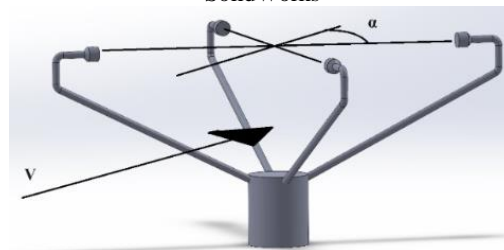


Рисунок 2 – Привязка осей системы координат OXYZ анемометра к направлению вектора скорости  $V$  воздушного потока в аэродинамической трубе:  $V$  – направление ветра,  $\alpha$  – азимут

Калибровка осуществлялась в камере с нулевым потоком воздуха для определения смещения нуля анемометра в рабочем диапазоне температур и выявления погрешностей его юстировки или градуировки.

При практических испытаниях в аэродинамической трубе и без учета поправочных коэффициентов для скорости ветра были получены сле-

дующие результаты (рисунок 3). Экспериментальным путем было выявлена зависимость измеряемой скорости ветра от положения угла прибора относительно воздушного потока. Также заметна зависимость отклонения измеряемой скорости от значения скорости, установленной в поверенной аэродинамической трубе. Так, например на рисунке 2 представлены результаты измерений для скорости воздуха 15 м/с, где максимальное мгновенное измеренное значение скорости ветра составило 15,5 м/с, т. е. относительная погрешность – 3,3 %.

На рисунках 3 и 4 представлены круговые диаграммы, где по кругу отложены значения направления ветра с шагом 45°, по диаметру с шагом в 1,6 м/с указано значение скорости ветра.



Рисунок 3 – Результаты измерений до корректировки полиномиальной зависимости при измерениях скорости воздушного потока 15 м/с

При введении трехмерного полинома с целью уменьшения погрешности измерения были получены результаты, представленные на рисунке 4. Условия измерений полностью идентичны первому эксперименту. При выставленной скорости ветра 15 метров в аэродинамической трубе полу-

чена круговая диаграмма с максимальным значением результата измерений мгновенной скорости 15,2 м/с, что соответствует погрешности 1,3 %.



Рисунок 4 – Результаты измерений с применением корректировочного полинома, измерения производились при таких же условиях скорости

**Заключение.** При использовании ультразвукового анеморумбометра для определения скорости ветра необходимо вводить полиномиальную зависимость, которая вносит корректировки для измеряемой скорости ветра в зависимости от текущего измеренного значения и направления ветра. В используемой конструкции ультразвукового датчика и с использованием компенсационного полинома удалось увеличить точность измерения в некоторых точках диапазона измерения в 2 раза, по сравнению, с измерениями, проводившимися без учета полиномиальной зависимости.

#### Литература

1. Корольков, В.А. Метрологическое обеспечение термоанемометров для измерения пульсационных характеристик метеорологических величин / В.А. Корольков, А.Е. Тельминов, А.А. Тихомиров // Оптика атмосферы и океана. – 2015. – 28, № 10. – С. 921–928.