

## ИНЕРЦИОННЫЕ ПОГРЕШНОСТИ РОТОАНЕМОМЕТРОВ

Н.О. Григоров<sup>1</sup>, канд. физ.-мат. наук, В.С. Никитина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

## INERTIA ERRORS OF ROTATING ANEMOMETERS

N.O. Grigorov<sup>1</sup>, Cand. Sc., V.S. Nikitina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

*В докладе приводятся результаты расчетов инерционных погрешностей ротоанемометров. Показано, что ротоанемометры завышают среднюю скорость ветра, причем это завышение зависит как от конструкции анемометра, так и от параметров ветра – его скорости, периода и амплитуды флуктуаций. Расчеты показывают, что ошибка в измерении средней скорости ветра может составлять несколько метров в секунду и должна учитываться при измерениях.*

*In this report main some results of rotating anemometers inertia errors calculations are shown. It is shown that anemometers overstate average wind speed, and this error depends both of anemometer construction and wind parameters – wind speed, period and amplitude fluctuations. Calculation show that inertia error can be some meters a second and must be taken into account during measurements.*

Известно [1,2] что ротоанемометры завышают среднюю скорость ветра. Это завышение носит название «инерционная погрешность ротоанемометров». Однако до сих пор в литературе нет исследований этой погрешности, а при производстве измерений предполагается, что она пренебрежимо мала. Авторы предприняли попытку рассчитать инерционную погрешность и время достижения анемометром стабильных показаний при изменении скорости ветра и его флуктуациях. Для упрощения расчетов приняты прямоугольные флуктуации скорости ветра. Расчеты производились по формуле:

$$V = V_{уст} + (V_0 - V_{уст}) \cdot e^{-\frac{V_{уст} \cdot \tau}{L}}, \quad (1)$$

где  $V_{уст}$  – это та скорость ветра, которую анемометр воспримет (истинная);  $V$  – текущие показания анемометра;  $V_0$  – начальная скорость ветра,  $L$  – путь синхронизации анемометра,  $\tau$  – время.

Для необходимых расчётов по формуле (1) и построения графиков на языке программирования C Sharp (C#) была написана программа, с помощью которой были исследованы и установлены следующие зависимости.

1. С ростом средней скорости ветра инерционная погрешность анемометра возрастает. Если при скорости ветра менее 3 м/с это превышение незначительно, то при скоростях ветра более 3 м/с это превышение может достигать нескольких метров в секунду и его необходимо учитывать.

2. При увеличении амплитуды флуктуаций скорости ветра погрешность  $\Delta V$  так же увеличивается, то есть чем больше флуктуации, тем сильнее анемометр завышает скорость ветра. Если при амплитуде ниже 1,5 м/с это превышение можно не принимать во внимание, то при амплитуде более 2,5 м/с это превышение становится достаточно значительным (около 2 м/с при амплитуде флуктуаций 7 м/с).

3. Время достижения стабильных показаний при порывистом ветре уменьшается с увеличением скорости ветра. Иными словами, чем больше скорость ветра, тем быстрее она воспринимается анемометром. Характерное время составляет 14-15 секунд при скорости ветра 10 м/с.

4. С увеличением амплитуды флуктуаций время достижения стабильных показаний резко уменьшается. Если при амплитуде 1-2 м/с оно составляет 40-45 с, то при амплитуде 20-25 м/с (резкий порывистый ветер) оно составляет около 10 секунд.

5. Период флуктуаций также влияет на время достижения анемометром стабильных показаний. Как и можно было предполагать, при удлинении периода флуктуаций время достижения стабильных показаний возрастает. Однако, по отношению к периоду флуктуаций оно практически не изменяется.

6. Расчеты показали, что при уменьшении скорости ветра инерционная погрешность остается такой же, как и при увеличении скорости, а время достижения стабильных показаний уменьшается. При периоде колебания 10 с разница составляет также около 10 секунд.

#### **Литература**

1. Григоров Н.О., Саенко А.Г., Восканян К.Л. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. РГГМУ, С-Пб, 2012. – 306 с.
2. Качурин Л.Г. Методы метеорологических измерений. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 456 с.