

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Medical and Biological measurements | |
| Oral/Poster Presentation | Poster |

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА WBGT, ВЫЧИСЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВЛАЖНОГО ТЕРМОМЕТРА, ПРИБОРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Ю.А. Барбар, М.Н. Голиков, С.Л. Соловьёв

Научно-техническое предприятие «ТКА», Санкт-Петербург, Россия

e-mail: ybarbar@yahoo.com

Согласно требованию ISO 7243-1989, [1], индекс WBGT определяется как

$$WBGT = 0,7 \cdot t_{nw} + k_1 \cdot t_g + k_2 \cdot t_a, \quad (1)$$

где t_{nw} – естественная температура влажного термометра, находящегося в условиях естественной конвекции, без принудительной вентиляции; t_g – температура датчика, помещенного в центре тонкостенного черного шара (температура излучения); t_a – температура воздуха.

$k_1 = 0,3$; $k_2 = 0$ – для измерений в зданиях и вне зданий без солнечной нагрузки;

$k_1 = 0,2$; $k_2 = 0,1$ – для измерений вне зданий с солнечной нагрузкой.

Желательно отказаться от непосредственного измерения температуры t_{nw} с помощью увлажняемого термометра, поскольку при массовых измерениях возникают сложности в правильной эксплуатации влажного канала, что может привести к значительным погрешностям определения t_{nw} и, соответственно, WBGT.

В работе Y. Nishi [2] приведено аналитическое выражение, связывающее между собой величины относительной влажности RH, температур t_a , t_{nw} , давления паров воды P, где параметр t_{nw} является одним из аргументов функции P. Проведя обратное преобразование, можно получить величину t_{nw} :

$$t_{nw}(\text{Nishi}) = 2686,777 \cdot [4030,18 \cdot (t_a + 234)^{-1} - \ln (RH/100)]^{-1} + 0,333 \cdot t_a - 156,67 \quad (2)$$

Вычисление значений температуры t_{nw} по выражению (2) приводит к значительным погрешностям, достигающих единиц градусов, относительно значений t_{nw} , приведенных в психрометрических таблицах, что неприемлемо.

Авторы провели математический анализ психрометрических таблиц, в результате чего получено выражение, параметрическим образом связывающее величину t_{nw} в функции от измеряемых значений RH и t_a :

$$t_{nw} = (A \cdot RH + B) \cdot t_a + C \cdot RH - D \cdot (0,01 \cdot RH - 0,5)^2 - E, \quad (3)$$

где $A = 3,81 \cdot 10^{-3}$; $B = 0,636$; $C = 5,461 \cdot 10^{-2}$; $D = 4,00$; $E = 4,94$ – константы.

Помимо определения естественной температуры t_{nw} в ряде случаев необходимо измерять мокрую психрометрическую температуру t_w , при скорости принудительной вентиляции 4...5 м/с, согласно ISO 7726-1988, [3]. Для этих двух случаев существуют соответствующие психрометрические таблицы.

Для перехода от температуры t_{nw} к температуре t_w мы предлагаем поправочную функцию Δt_w :

$$t_w = t_{nw} + \Delta t_w, \quad (4)$$

$$\Delta t_w = - 1,76 \cdot 10^{-4} \cdot (100 - RH)^2 \quad (5)$$

Установлены требования к инструментальной точности измерений: по влажности – не хуже $\pm 3\%$ RH, по температуре – не хуже $\pm 0,3^0$ C, при которых погрешность определения t_{nw} , t_w по (3), (4), (5) не выйдет за пределы $\pm 0,6^0$ C в диапазонах измеряемых температур 20 ± 5^0 C и влажности 5...100% RH. Таким требованиям отвечают, например, цифровые датчики влажности и температуры типа SHT71, SHT75, при условии введения функций поправок и коррекции их показаний по каналу влажности, разработанных авторами, что обеспечивает инструментальную погрешность измерения влажности на уровне $\pm 1\%$ RH.

Литература

1. Hot environments – Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature) (IDT). ISO 7243:1989
2. Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities. ISO 7726:1998
3. Y. Nishi. Field assessment of thermal characteristics man and environment by using a programmable pocket calculator. ASRAE Trans. Vol. 83 (1), 1977, p. 103-111