DOI: 10.17117/na.2015.10.03.143

<http://ucom.ru/doc/na.2015.10.03.143.pdf>

Поступила (Received): 28.10.2015

Кочетов О.С. Расчет комфортности рабочей зоны промышленных предприятий

Kochetov O.S. Calculation of comfort of a working zone of the industrial enterprises

Рассмотрена зависимость между степенью комфорта и оптимальными значениями температуры и влажности воздуха, которая для конкретных условий микроклимата рабочей зоны будет больше всего отвечать требованиям комфорта оператора

Ключевые слова: микроклимат, рабочая зона, комфорт

Dependence between degree of comfort and optimum values of temperature and humidity of air which for specific conditions of a microclimate of a working zone will meet most of all the requirements of comfort of the operator is considered

Key words: microclimate, working zone, comfort

Кочетов Олег Савельевич

Доктор технических наук, профессор
Московский государственный университет
информационных технологий, радиотехники и
электроники
г. Москва, ул. Стромынка, 20

Kochetov Oleg Savelyevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor
Moscow state university of information technologies,
radio engineerings and electronic engineers
Moscow, Stromynk st., 20

Способ оценки комфортности рабочей зоны по параметрам микроклимата заключается в том, что сначала осуществляют замер температуры воздуха по термографу или психрометру, затем замеряют влажность воздуха по стационарному или аспирационному психрометрам, и определяют скорость движения воздуха по чашечному или крыльчатому анемометрам [1, с.133; 2, с.85; 3, с.19; 4, с.13; 5, с.17; 6, с.23; 7, с.28; 8, с.14; 9, с.12; 10, с.15; 11, с.25],

Затем на основании полученных параметров – температуры воздуха в рабочей зоне, его влажности и скорости движения воздуха, рассчитывают степень комфортности по следующей формуле:

$$S = 7,83 - 0,1t_B - 0,0968t_O - 0,0372P + 0,18v(37,8 - t_B), \quad (1)$$

где t_B – температура воздуха в рабочей зоне производственного помещения; t_O – температура окружающих поверхностей в рабочей зоне; v – скорость движения воздуха, м/сек;

P – парциальное давление водяных паров, рассчитываемое по формуле:

$$P = 0,01\varphi \times P_{\text{нас}}, \text{ мм.рт.ст.,}$$

где φ – относительная влажность воздуха, %; $P_{нас}$ – парциальное давление водяного пара в насыщенном состоянии.

После чего оценивают комфортность параметров микроклимата по следующей шкале: 1-очень жарко; 2-слишком тепло; 3-тепло, но приятно; 4-чувство комфорта; 5-прохладно, но приятно; 6-холодно; 7-очень холодно.

Для обеспечения комфортности по параметрам микроклимата, в частности по шкале: «4 – чувство комфорта» по параметрам температуры и влажности применяют конструкции установок [5-7] для защиты от интенсивного облучения.

Водовоздушная установка (рис. 1) для защиты от интенсивного облучения содержит осевой вентилятор 1 с электродвигателем 2, направляющий аппарат 3 в виде лопаток для выравнивания воздушного потока, обтекатель 4 параболической формы. Эти узлы размещены на металлической конструкции 5 с колесами 6. Обечайка 7 служит для создания направленного движения воздушного потока, а ограждающая съемная сетка 8 – для предотвращения попадания посторонних предметов. Водораспыление осуществляется, по крайней мере тремя, форсунками 12, закрепленными на обечайке 7. Подача воды осуществляется через водоподводящие трубки 11, фильтр 9, кран 10 к форсункам 12.

Широкофакельная центробежная форсунка (рис.2) состоит из корпуса 13 длиной L с впускным отверстием 16, выполненным в виде конфузора длиной L_1 , соосного с ним дроссельного отверстия 15 диаметром d_1 , камеры завихрения 14, выполненной в виде цилиндрического стакана, ось которого в плоскости чертежа перпендикулярна оси впускного 16 и дроссельного 15 отверстий. При этом ось впускного 16 и дроссельного 15 отверстий в профильной плоскости расположена касательно по отношению к камере завихрения 14, т.е. имеет место тангенциальный ввод.

Рис. 1. Схема водовоздушной установки для защиты от интенсивного облучения

Рис. 2. Общий вид форсунки для распыливания жидкости

Соосно камере завихрения 14 расположен сопловый вкладыш 17 с внешним диаметром D_1 , выполненный из твердых материалов: карбида вольфрама, рубина, сапфира. Внутри вкладыша выполнены последовательно расположенные и соосные друг другу и цилиндрической поверхности камеры завихрения 14 три калиброванных отверстия: коническое отверстие 18 с диаметром D нижнего основания усеченного конуса, цилиндрическое отверстие 19 и фасонное отверстие 20 в виде цилиндрической части с фаской скругления на выходе. При этом диаметр d цилиндрического отверстия 19 соплового вкладыша 17 равен диаметру верхнего основания усеченного конуса конического отверстия 18 и диаметру цилиндрической части фасонного отверстия 20.

Построим зависимость скорости движения воздуха от показателя комфортности, если показания термометров по психрометру в ткацком цехе фабрики составили: – сухого $t_c = 24$ °С, мокрого – $t_m = 19,5$ °С. Категория работ – IIб, показатель комфортности $S = 4$. Определим скорость воздуха.

Парциальное давление водяных паров определится так:

$$P = 0,01\varphi \times P_{\text{нас}} = 0,01 \times 50 \times 2,98 \times 10^{-3} = 1,49 \times 10^{-3} \text{ МПа.}$$

$$v = \frac{S + 0,1t_B + 0,0968t_O + 0,0372P - 7,83}{0,18(37,8 - t_B)} = \frac{4 + 0,1 \times 24 + 0,0968 \times 24 + 0,0372 \times 1,93 \times 10^{-3} - 7,83}{0,18(37,8 - 24)} = 0,58 \text{ м/с} \quad (2)$$

На рис.1 в качестве примера приведена функциональная зависимость скорости движения воздуха от показателя комфортности и формула ее линейной аппроксимации.

Рис. 3. Линейная аппроксимация закона изменения показателя комфортности

Для оценки работы систем обеспечения микроклимата в рабочей зоне промышленных предприятий воспользуемся формулой (1):

$$\begin{aligned}
 S &= 7,83 - 0,1t_B - 0,0968t_O - 0,0372P + 0,18v(37,8 - t_B) = \\
 &= 7,83 - 0,1 \times 24 - 0,0968 \times 24 - \\
 &- 0,0372 \times 1,49 \times 10^{-3} + 0,18 \times 0,7 \times (37,8 - 24) = 4,4
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Показатель S может выражаться и дробным числом, что позволяет более точно оценить, какому ощущению (например, к 3 баллам – тепло или к 4 баллам – комфорт и т.д.) ближе те или иные состояния самочувствия человека. Для легких физических работ $S=3$; для работ средней тяжести $S=4$; для тяжелых физических работ $S=5$ баллам.

Приведенная зависимость позволяет решать в необходимых случаях и обратную задачу. Задаваясь необходимой степенью комфорта и оптимальными значениями температуры и влажности воздуха, можно вычислить необходимую скорость движения воздуха, которая для данных конкретных условий будет больше всего отвечать требованиям обеспечения комфорта.

Расчетное значение показателя комфортности $2 S = 4,4$ находится между $S = 4$ (комфорт) и $S = 5$ (прохладно, но приятно), т.е. допустимая скорость движения воздуха $v = 0,7$ м/сек более приемлема с гигиенической точки зрения.

Список используемых источников:

1. Гетия С.И., Кочетов О.С., Стареева М.О. Социально-экономическая оценка мероприятий по охране труда. М.: МГУПИ. № 39. 2012. С. 131-140.
2. Гетия С.И., Скребенкова Л.Н., Кочетов О.С. Расчет оптимальных параметров микроклимата рабочей зоны. М.: МГУПИ. № 45. 2013. С. 84-92.
3. Кочетов О.С., Гетия И.Г. Выбор оптимальных параметров микроклимата рабочей зоны // В мире научных исследований. Краснодар, 2014. С. 17-21.
4. Кочетов О.С. Газоанализатор. Патент РФ на изобретение № 2420732. Опубликовано 10.06.2011. Бюллетень изобретений № 16.
5. Кочетов О.С. Установка охлаждения воздуха с испарением рециркулирующей воды. Патент РФ на изобретение № 2452902. Опубликовано 10.06.2012. Бюллетень изобретений № 16.
6. Кочетов О.С. Водовоздушная установка для защиты от интенсивного облучения. Патент РФ на изобретение № 2481531. Опубликовано 10.05.2013. Бюллетень изобретений № 13.
7. Кочетов О.С. Способ оценки запыленности воздуха рабочей зоны. Патент РФ на изобретение № 2422802. Опубликовано 10.06.2011. Бюллетень изобретений № 18.
8. Кочетов О.С. Способ оценки комфортности рабочей зоны по параметрам микроклимата. Патент РФ на изобретение № 2442934. Опубликовано 20.02.2012. Бюллетень изобретений № 15.
9. Кочетов О.С. Способ многокритериальной оценки комфортности рабочей зоны производственных помещений. Патент РФ на изобретение № 2472134. Опубликовано 10.01.2013. Бюллетень изобретений № 01.
10. Кочетов О.С. Способ многокритериальной оценки комфортности рабочей зоны производственных помещений. Патент РФ на изобретение № 2511022. Опубликовано 10.04.2013. Бюллетень изобретений № 10.
11. Кочетов О.С. Способ оценки комфортности рабочей зоны по параметрам микроклимата. Патент РФ на изобретение № 2509322. Опубликовано 10.03.2014. Бюллетень изобретений № 7.