

УДК 502/504:631.3

В. Ф. СТОРЧЕВОЙ

РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Н. Ф. СТОРЧЕВОЙ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ДВИЖЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ ИОННО-ОЗОННОЙ СМЕСИ В СПОРТИВНОМ ЗАЛЕ

Рассмотрены вопросы использования ионизатора-озонатора в спортивном зале, движения и распределения ионно-озонной смеси в спортзале. Определены оптимальные режимы работы ионизатора-озонатора, процессы движения и распределения ионно-озонной смеси, оптимальные (допустимые) концентрации ионов и молекул озона при эксплуатации ионизатора-озонатора в тренажерном зале.

Ионизатор-озонатор, разрядные системы, микроклимат, объем и расход воздуха, концентрация ионов и озона, алгебраические уравнения, аппроксимация.

There are considered questions of usage of the ionizer-ozonizer in the sports hall and nature of movement and distribution of the ion-ozone mixture in the sports hall. There are determined optimal regimes of the ionizer-ozonizer operation, processes of movement and distribution of the ion-ozone mixture, optimal (permissible) concentrations of ions and ozone molecules when exploiting the ionizer-zonizer in the gym.

Ionizer-ozonizer, bit systems, microclimate, volume and consumption of air, concentration of ions and ozone, algebraic equations, approximation.

При проведении тренировок в закрытых спортивных сооружениях отмечаются специфические «вредности», связанные с загрязнением воздуха разнообразными химическими веществами (пыль, пары, газы, микроорганизмы и т. д.), которые негативно влияют на организм спортсменов. Использование ионизаторов-озонаторов позволяет очистить воздух от таких примесей и снизить микробную загрязненность до предельно допустимой для спортивных помещений [1].

Распространение и движение воздушной ионно-озонной смеси в тренажерном зале осуществляется с помощью вентилятора проточного ионизатора-озонатора. Для обеспечения эффективных профилактических мероприятий в спортивных залах необходимо знать характер движения и распределения этой смеси в воздушной среде тренажерного зала с учетом изменения концентраций отрицательных ионов и озона на разных расстояниях от выпускного отверстия.

Известно, что приточная струя, входя в помещение, вовлекает в движение окружающие массы воздуха, в результате чего масса струи в направлении движения возрастает, а скорость движущегося воздуха уменьшается, причем сравнительно медленно [2, 3]. Так, на расстоянии 15 диаметров выпускного отверстия, из которого истекает воздух, сохраняется скорость, равная 0,2 начальной скорости, а объем перемещаемого воздуха увеличивается в 4,6 раза.

На рисунке 1 представлена схема воздушной изотермической ионно-озонной

струи, движущейся из круглого выпускного отверстия проточного ионизатора-озонатора.

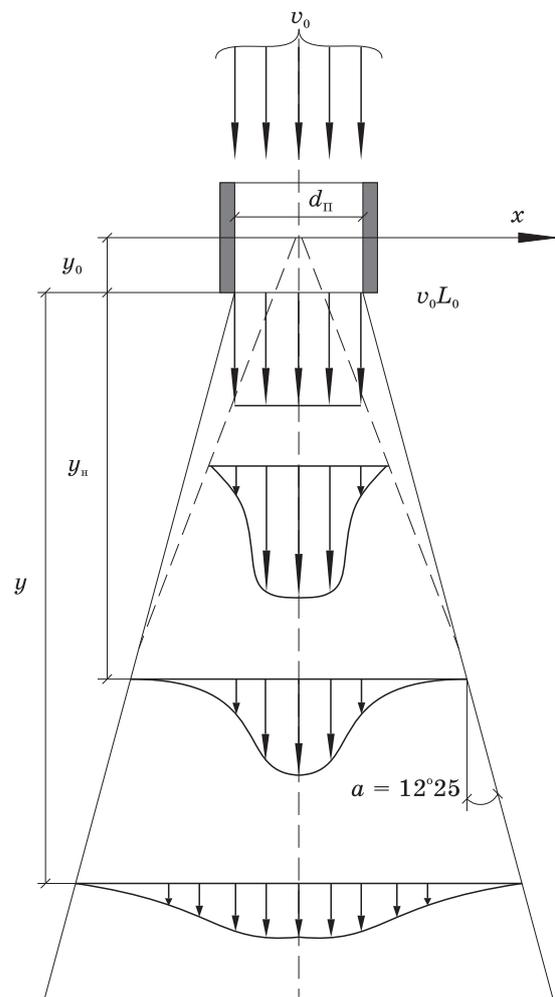


Рис. 1. Схема изотермической воздушной ионно-озонной струи

Струю можно разбить на два участка – начальный и основной. На начальном участке на оси струи сохраняется неизменная начальная скорость истечения ионов и молекул озона. Граница начального участка и положения полюса струи П (образующегося при пересечении границ основного участка) зависит от степени турбулентности струи. На основном участке скорость, как на оси струи, так и в периферийной части, по мере удаления от выпускного отверстия непрерывно уменьшается.

Профили скоростей движущегося воздуха в различных поперечных сечениях основного участка струи подобны и описываются одними и теми же безразмерными характеристиками. Угол бокового расширения основного участка струи составляет $12^\circ 25'$.

Относительную осевую скорость струи для круглого выпускного отверстия рассчитывают так:

$$\frac{v_{oc}}{v_0^*} = \frac{v_{oc}}{v_0} = \frac{12,4\sqrt{\beta_0}}{Y' - Y_0'} \quad (1)$$

где β_0 – поправочный коэффициент, зависящий от конструктивной особенности насадки выпускного отверстия; Y' – относительное расстояние, равное отношению расстояния от выпускного отверстия до рассматриваемого сечения Y к радиусу выпускного отверстия R .

Объемный относительный расход воздуха:

$$\frac{\bar{L}_Y}{L_0} = \frac{L_Y}{L_0} = 0,155\sqrt{\beta_0} (Y' - Y_0') \quad (2)$$

Средняя относительная скорость по расходу:

$$\frac{v_M}{v_0^*} = \frac{v_M}{v_0} = \frac{6,45\sqrt{\beta_0}}{Y' - Y_0'} \quad (3)$$

Из формул (2) и (3) видно, что концентрация отрицательных ионов и озона резко падает при переходе с начального участка струи в основной участок струи (примерно в 3 раза по ионам и в 2 раза по озону).

Формулы (1)...(3) позволяют рассчитать лишь относительный объем воздуха и относительную скорость движения воздушной ионно-озонной струи без учета изменения концентраций ионов и молекул озона. Выявление изменений средних концентраций ионов и озона по длине струи производили экспериментально при постоянной скорости движения воздушной ионно-озонной струи, температуре, влажности. В результате были получены зависимости изменения

концентрации ионов и озона в тренажерном зале, представленные на рисунках 2 и 3.

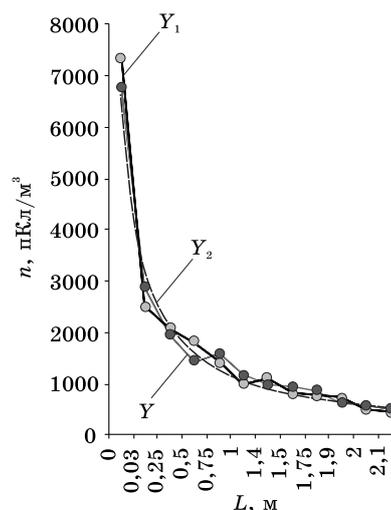


Рис. 2. Распространение отрицательных ионов по длине струи проточного ионизатора-озонатора: Y, Y_1 – опытные данные; Y_2 – расчетные

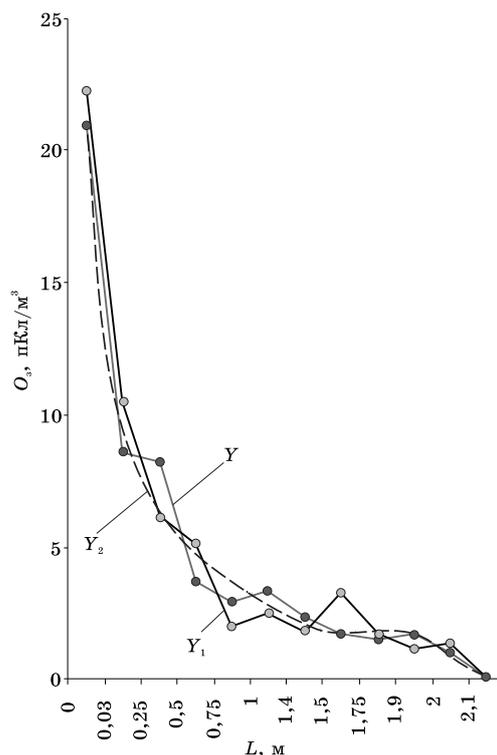


Рис. 3. Распространение озона в тренажерном зале по длине струи проточного ионизатора-озонатора: Y, Y_1 – опытные данные; Y_2 – расчетные

Это можно объяснить тем, что на границе соприкосновения ионно-озонной смеси с окружающим воздухом тренажерного зала возникает турбулентное перемешивание, вызывающее обмен импульсов

энергии между заряженными и свободными молекулами воздушной массы. На основном участке воздушной ионно-озонной струи снижение концентраций ионов и озона проходит более плавно.

Аппроксимацию этих графических зависимостей проводили функциями (по методу наименьших квадратов). Значимость этих функций определяли через величину R^2 :

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (Y_i - \bar{Y}_i)^2}{(\sum Y_i^2) - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}} \quad (4)$$

Аппроксимацию графических зависимостей изменения концентраций ионов и озона при распределении и движении воздушной ионно-озонной смеси по длине струи можно выразить так:

по отрицательным ионам ($R^2 = 0,9691$) –

$$n = 6600,4 \cdot L^{-1,0092}, \quad (5)$$

где n – концентрация отрицательных ионов; L – длина воздушной ионно-озонной струи;

по озону ($R^2 = 0,9769$) –

$$O_3 = 48,684 - 41,31L + 16,474L^2 - 3,467L^3 + 0,3935L^4 - 0,0227L^5 + 0,0005L^6. \quad (6)$$

С течением времени количество озона и ионов достигает требуемых концентраций, так как воздух активно перемещается воздушной ионно-озонной смесью вентилятором прибора.

Из рисунка 4 видно, что после 30-минутной работы ионизатора-озонатора концентрация озона достигает 12 мг/м^3 , ионов – 2500 пКл/м^3 .

Прибор оснащен реле времени, которое по заданной программе автоматически отключает его и включает. После отключения прибора концентрация озона снижается быстрее, чем концентрация ионов.

Аппроксимацию графической зависимости насыщения и разложения отрицательных ионов Y_2 и молекул озона Y_3 в зависимости от времени работы проточного ионизатора-озонатора можно выразить так:

по ионам ($R^2 = 0,92$) –

$$n = -15,13 + 19,91t + 127,81t^2 - 18,89t^3 + 0,69t^4; \quad (7)$$

по озону ($R^2 = 0,96$) –

$$\frac{v_M}{v_0} = \frac{v_M}{v_0} = \frac{6,45\sqrt{\beta_0}}{Y' - Y_0}. \quad (8)$$

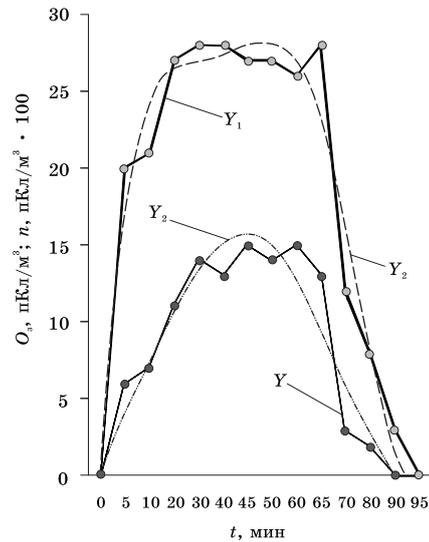


Рис. 4. Зависимость концентрации ионов Y_1 и озона Y в тренажерном зале от времени работы проточного ионизатора-озонатора (при $L = 0,5 \text{ м}$): Y, Y_1 – опытные данные; Y_2 – расчетные

Выводы

Результаты исследований позволяют более эффективно и надежно использовать ионизатор-озонатор воздуха при проведении профилактических мероприятий в спортзалах. Анкетирование среди студентов, занимающихся в тренажерном зале, показало положительное влияние ионно-озонной смеси на общее самочувствие и работоспособность спортсменов: улучшился сон, аппетит, повысилось настроение, внимание стало более концентрированным, ребята стали уравновешеннее.

1. Применение высокоионизированного воздуха отрицательной полярности для стимуляции работоспособности и улучшения функционального состояния студентов и сотрудников учебных заведений физической культуры: метод реком / А. А. Иванов [и др.]. – М.: РГУФКСТ, 2004. – 35 с.

2. Сторчевой В. Ф. Ионизация и озонирование воздушной среды: монография. – М.: МГУП, 2003. – 173 с.

3. Богословский В. Н., Щеглов В. П., Разумов Н. Н. Отопление и вентиляция. – М.: Стройиздат, 1980. – 295 с.

Материал поступил в редакцию 10.06.13.
Сторчевой Владимир Федорович, доктор технических наук, профессор, проректор по учебной работе

E-mail: v_storchevoy@mail.ru

Сторчевой Николай Федорович, кандидат педагогических наук, доцент, профессор кафедры «Физическое воспитание и спорт»

Тел. 8-915-473-05-71