



## ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РЕГЕНЕРАТИВНЫХ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ НА ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ

В статье представлено исследование влияния регенеративных теплоутилизаторов на воздухообмен внутри помещения. Приводится методика проведения исследований и результаты расчета. Установлена зависимость между расходом воздуха через регенеративный теплоутилизатор от скорости воздуха в обслуживаемой зоне помещения и ширины помещения. Также показаны зависимости безотрывного течения приточной струи от разбачей разности температур и от скорости воздуха в обслуживаемой зоне.

Регенератор, теплоутилизатор, энергосбережение, воздухораспределение, приточная струя, производительность, микроклимат.

В случае необходимости принудительной вентиляции в помещениях гражданских зданий могут применяться стационарные переключающиеся регенеративные теплоутилизаторы (СПРТ). Работа таких аппаратов основана на попеременном переключении между притоком и вытяжкой воздуха, за счет чего осуществляется смена этапов аккумуляции и регенерации тепловой энергии. Теплообменным аппаратом является регенеративная насадка из твердого материала с множеством каналов для прохода воздуха.

Основным параметром, характеризующим СПРТ, является его производительность по воздуху. При этом объем подаваемого воздуха будет влиять на воздухо-распределение, то есть на скорость и дальность струи. Кроме того в холодный период года будет присутствовать неизотермичность приточной струи. В существующих работах по исследованию СПРТ не дано подобной информации [1]. Поэтому актуально рассмотреть вопрос определения производительности СПРТ в зависимости от качества воздухо-распределения.

Воздухораспределителем СПРТ является вентиляционная решетка, которая будет одновременно приточной и вытяжной. Решетка формирует вид приточной струи и влияет на направление ее распространения по помещению. В существующих СПРТ размер решетки ограничен размерами самого теплоутилизатора, а это ограничивается допустимыми размерами отверстий в наружных стенах [2]. Существующие СПРТ имеют диаметр корпуса до 200 мм, поэтому и наиболее распространенными являются решетки размером 200×200 мм. Подобная решетка будет формировать компактную струю. Так как СПРТ устанавливается в верхней части стены, то струя может настилаться на потолок помещения.

Для определения возможного расхода воздуха через СПРТ воспользуемся следующей формулой:

$$L = 3600 A_0 \cdot v_0, \text{ м}^3/\text{ч},$$

здесь  $A_0$  – фактическая площадь живого сечения приточной решетки,  $\text{м}^2$ ;

$v_0$  – скорость воздуха в живом сечении приточной решетки,  $\text{м}/\text{с}$ .

Для определения последней воспользуемся методикой расчета воздухо-распределения при подаче воздуха настилающейся компактной приточной струей через вентиляционную решетку, изложенной в [3]. Примем, что размеры приточной вентиляционной решетки фиксированы и составляют 200×200 мм.

Скорость воздуха в живом сечении приточной решетки определяется:

$$v_0 = \frac{v_x^{\text{don}} x}{m \sqrt{A_0}}, \text{ м}/\text{с}, \quad (1)$$

где  $v_x^{\text{don}}$  – нормируемое значение скорости воздуха в струе на границе обслуживаемой зоны:

$$v_x^{\text{don}} = v_g \cdot k, \text{ м}/\text{с}, \quad (2)$$

где  $v_g$  – нормируемая скорость движения воздуха в обслуживаемой зоне,  $\text{м}/\text{с}$ ,

$k$  – коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха к максимальной скорости воздуха в струе [4],

$x$  – длина траектории струи от места ее выпуска до пересечения оси струи с границей обслуживаемой зоны

$$x = B + H_n - h_{o.z.}, \text{ м}, \quad (3)$$

где  $B$  – ширина помещения,  $\text{м}$ ,

$H_n$  – высота помещения,  $\text{м}$ ,

$h_{o.z.}$  – высота обслуживаемой зоны,  $\text{м}$ ,

$m$  – аэродинамическая характеристика приточной струи, зависящая от вида воздухо-распределителя.

Требуемая площадь живого сечения приточной решетки может быть найдена следующим образом:

$$A_{0mp} = \left( 5,45 \frac{v_x^{\text{don}} x}{H_{mp}} \right)^4 \frac{1}{(n \Delta t_0)^2}, \text{ м}^2, \quad (4)$$

где  $H_{mp}$  – требуемая геометрическая характеристика приточной струи, определяемая из условия безотрывного течения струи на ее протяженности  $x_{omp} = B$ ,

$$H_{mp} = 2B, \text{ м}, \quad (5)$$

где  $n$  – тепловая характеристика приточной струи, зависящая от вида воздухо-распределителя;

$\Delta t_0$  – рабочая разность температур приточного и внутреннего воздуха, °С.

$$x_{omp} = 0,5H, \text{ м}, \quad (6)$$

где  $H$  – геометрическая характеристика приточной струи, определяемая:

$$H = \frac{5,45m \cdot v_0 \sqrt[4]{A_0}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_0}}, \text{ м}. \quad (7)$$

Основными параметрами при воздухораспределении, влияющими на микроклимат помещения, являются нормируемое значение скорости движения воздуха в струе на границе обслуживаемой зоны  $v_x^{don}$ , м/с, и рабочая разность температур приточного и внутреннего воздуха  $\Delta t_0$ , °С.

$v_x^{don}$  зависит от нормируемой скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне  $v_g$ , м/с, значения которой различаются для разных зданий и помещений. Так, для жилых помещений в холодный период  $v_g$  ограничивается 0,2 м/с, а в теплый – 0,3 м/с по допустимым параметрам. Для некоторых категорий помещений общественных и административных зданий  $v_g$  может достигать 0,5 м/с.

При фиксированном размере приточной решетки предварительные расчеты показали, что для диапазона значений  $v_g = 0,1 \div 0,5$  м/с требуемая площадь живого сечения воздухораспределителя не достигнет площади, соответствующей размерам 200×200 мм. Поэтому согласно приведенной методике рабочая разность температур  $\Delta t_0$  не будет влиять на величину расхода воздуха при данных скоростях воздуха в обслуживаемой зоне  $v_g$  и данном фиксированном размере воздухораспределителя.

Однако  $\Delta t_0$  будет влиять на протяженность безотрывного течения струи  $x_{omp}$ .

Приведем результаты расчетов для следующих исходных данных:

- тип воздухораспределителя – решетка АМН 200×200 ( $A_0 = 0,0288 \text{ м}^2$ ;  $m = 6,2$ ;  $n = 3,7$ ) [5];

- высота обслуживаемой (рабочей) зоны  $h_{o.z.} = 2 \text{ м}$ ;

- высота помещения  $H_n = 2,5 \text{ м}$ ;

- коэффициент перехода от нормируемой скорости движения воздуха к максимальной скорости воздуха в струе  $k = 1,4$ ;

- рабочая разность температур приточного и внутреннего воздуха,  $\Delta t_0 = 6 \text{ °С}$ .

На рисунке 1 приведена зависимость расхода воздуха через СПРТ от ширины обслуживаемого помещения для указанных скоростей  $v_g$ . По рисунку видно, что с ростом ширины помещения увеличивается и расход воздуха, который можно подать через воздухораспределитель с живым сечением  $A_0 = 0,0288 \text{ м}^2$ . Логично, что чем выше допустимая скорость движения воздуха в обслуживаемой зоне, тем больший расход воздуха можно подавать через одну решетку. В данном случае при  $v_g = 0,1 \text{ м/с}$  расход получается в пределах  $L = 48,3 \div 75,9 \text{ м}^3/\text{ч}$ , а при  $v_g = 0,5 \text{ м/с}$  –  $L = 241,4 \div 379,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ . При этом изменение ширины помещения от 3 до 5 м дает увеличение расхода в 1,57 раза для каждой скорости.

На рисунке 1 только значения расходов воздуха, соответствующих скорости в помещении 0,5 м/с, будут удовлетворять безотрывному течению приточной струи.

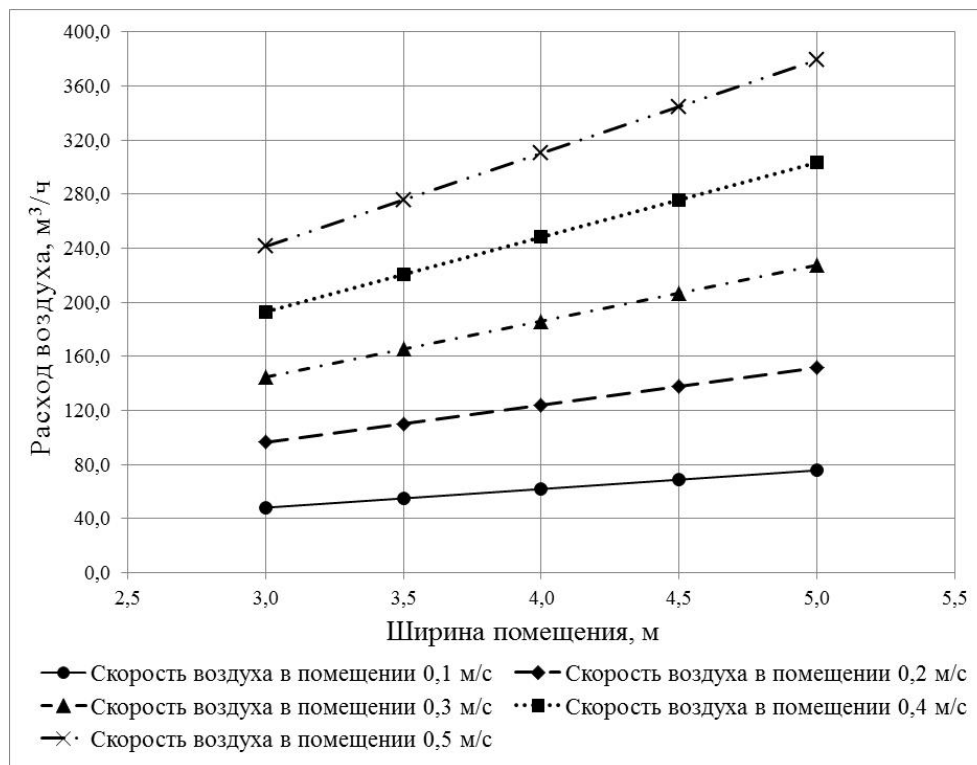


Рис. 1. Зависимость расхода воздуха через СПРТ от ширины помещения при определенных скоростях воздуха в обслуживаемой зоне

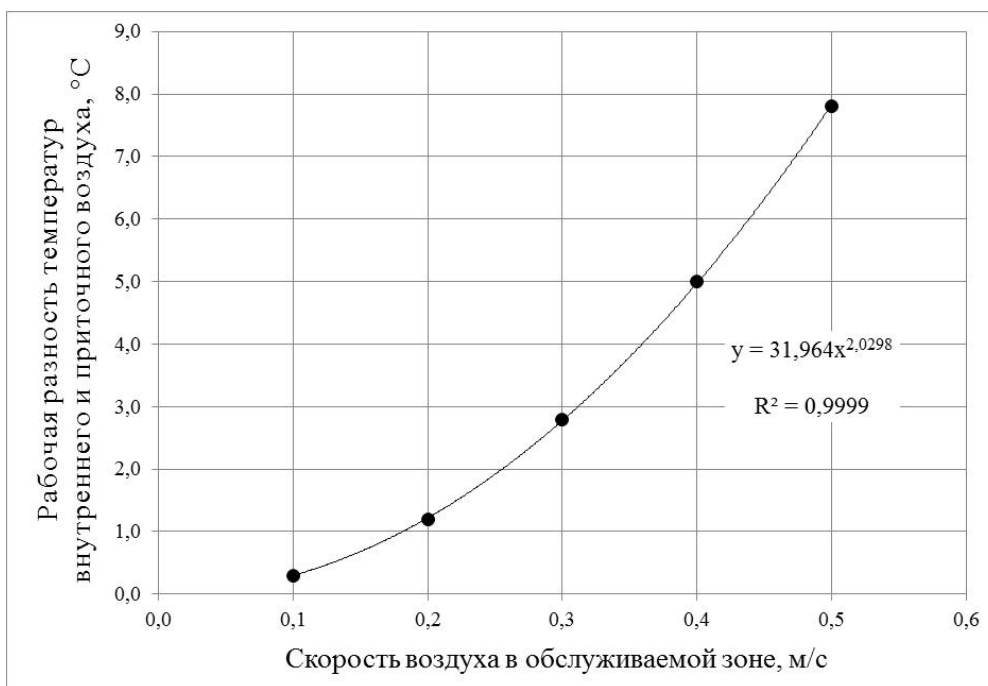


Рис. 2. Зависимость максимальных значений рабочей разности температур приточного и внутреннего воздуха от скорости воздуха в обслуживаемой зоне

На рисунке 2 приведена зависимость максимальных значений рабочей разности температур приточного и внутреннего воздуха, при которых сохраняется безотрывное течение приточной струи от скорости воздуха в обслуживаемой зоне. По степенной линии тренда с высокой степенью аппроксимации получено уравнение, описывающее данную зависимость.

Условие безотрывного течения струи приводит к обработке обслуживаемой зоны обратным потоком приточного воздуха. Если струя оторвется раньше, чем достигнет противоположной относительно приточной решетки стены помещения, то нарушится планируемая схема воздушораспределения, и, скорее всего, обслуживаемая зона будет омываться прямым основным потоком. Вид потока, омывающего обслуживаемую зону, учитывается в методике коэффициентом перехода от нормируемой скорости движения воздуха к максимальной скорости воздуха в струе  $k$ . При этом для обоих указанных случаев  $k$  будет одинаковым, поэтому с точки зрения расчетов и определения возможного расхода воздуха через СПРТ условие безотрывного течения приточной струи не столь важно.

Таким образом, теоретически установлена зависимость между расходом воздуха через СПРТ от скорости воздуха в обслуживаемой зоне помещения и ширины помещения. Также показаны зависимости безотрывного течения приточной струи от рабочей разности температур и от скорости воздуха в обслуживаемой зоне.

## Литература

1. Алешин, А. Е. Моделирование процессов тепло-массопереноса в регенеративных теплообменниках систем кондиционирования : специальность 05.04.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Алешин Алексей Евгеньевич. – Санкт-Петербург, 2016. – 119 с.
2. Об утверждении Правил благоустройства территории Санкт-Петербурга в части, касающейся эстетических регламентов объектов благоустройства и элементов благоустройства : Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 31.01.2017 № 40 // – Текст : электронный // Техэксперт : информационно-справочная система / Консорциум «Кодекс» (дата обращения: 15.06.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Белова, Е. М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях / Е. М. Белова. – Москва : Евроклимат, 2006. – 640 с.
4. СП 60.13330.2012. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 : утвержден Минрегионом РФ 30.06.2012 № 279 : введен 01.01.2013. – Москва : ФАУ «ФЦС», 2012. – 76 с.
5. Воздухораспределители компании «Арктос» : указания по расчету и практическому применению / Завод "Арктос". – Изд. 5-е. – Москва : Арктос, 2008. – 218 с.

*N. N. Monarkin*

### **IMPACT OF REGENERATIVE HEAT EXCHANGER EFFICIENCY ON AIR DISTRIBUTION**

The article deals with the study on the impact of regenerative heat exchangers on air exchange inside the premises. The methods of the study and calculations are presented. The author states the dependence of air flow through a regenerative heat exchanger on the speed of air in the zone of premises being served and the width of the premises. The dependence of unseparated flow of supply air jet on operating temperature difference and the speed of air in the zone being served.

Regenerator, heat exchanger, energy saving, air distribution, air supply flow, air flow, microclimate