

## EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF VORTEX TYPE EVAPORATIVE COOLERS

Khazratov Abbos, Sodikov Zayniddin, Yusupova Mushtariibonu  
Tashkent State Technical University

**Abstract:** The paper shows that in order to maximize the efficient use of water resources, enterprises use water-circulating cooling systems, where cooling towers are used as cooling equipment, which have a number of disadvantages: poor wettability of packing devices, insufficiently uniform distribution of water.

**Keywords:** Fan cooling tower, circulating water, atmospheric air, evaporative cooling

## ЭСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПАРИТЕЛЬНЫХ ОХЛАДИТЕЛЕЙ ВИХРЕВОГО ТИПА

Хазратов Аббос, Содиков Зайниддин, Юсупова Муштарийбону  
Ташкентский государственный технический университет

**Аннотация:** В работе показана, что в целях максимально эффективного использования водных ресурсов предприятия используют водооборотные охлаждающие системы, где в качестве охлаждающего оборудования используются градирни, которые имеют ряд недостатков: плохая смачиваемость насадочных устройств, недостаточно равномерное распределение воды.

**Ключевые слова:** вентиляторной градирня, циркуляционная вода, атмосферного воздуха, испарительного охлаждения

Для снижения расхода воды, используемой в качестве охлаждающей среды в технологических аппаратах (промежуточных и конечных теплообменниках компрессоров, конденсаторах холодильных машин и т.п.), обычно применяют оборотное водоснабжение. Для повторного использования нагретую воду охлаждают в вентиляторной градирне — контактном аппарате, где вода охлаждается за счет своего частичного испарения в потоке наружного воздуха. Конечная температура охлажденной воды зависит от конструктивных факторов градирни и параметров наружного воздуха. В целях максимально эффективного использования водных ресурсов предприятия используют водооборотные охлаждающие системы, где в качестве охлаждающего оборудования используются градирни [1]. Однако существующие недостатки традиционных градирен, такие как плохая смачиваемость насадочных устройств, недостаточно равномерное распределение воды и другие, делают весьма актуальной задачу разработки новых аппаратов для охлаждения оборотной воды. В работах представлена конструкция теплообменного устройства для контакта газа и жидкости в вихревом потоке для систем оборотного водоснабжения, применение которой позволит эффективно осуществлять процесс охлаждения оборотной воды. Авторами статьи разработан вихревой аппарат с дисковым распылителем, который не обладает вышеперечисленными недостатками. Достоинствами аппарата являются низкое гидравлическое сопротивление аппарата, простота конструкции, высокая эффективность охлаждения при относительно низких энергетических и эксплуатационных затратах. Подробное описание разработанной конструкции представлено в работе [2, 3].

Для оптимальной работы разработанной вихревой камеры с дисковым распылителем необходимо, чтобы все капли после контакта с воздухом, имели одинаковую температуру. Это возможно, если выполняется условие постоянства диффузионного потока от всех капель, находящихся в рабочей зоне аппарата:

January, 30<sup>th</sup> 2022

$$n_a \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \beta_a \cdot (x - x_p) \cdot \tau_a = const, \quad (1)$$

где  $n_a = \frac{6 \cdot L_{vi} \cdot \tau_a}{\pi \cdot d^3}$  - количество капель в рабочей зоне аппарата диаметром  $d$ ;  $d$  - диаметр

капли, м;  $\beta_a$  - коэффициент массоотдачи от капель к воздуху,  $\frac{M}{c}$ ;  $x$  - влагосодержание воздуха,  $\frac{кг}{M^3}$ ;

$x_p$  - равновесное влагосодержание,  $\frac{кг}{M^3}$ ;  $\tau_a$  - время полета капель, с;  $L_{vi}$  - объемный расход

жидкости с  $i$ -того диска распылителя,  $\frac{M^3}{c}$ .

Откуда после всех преобразований можно определить распределение потоков жидкости с дисков распылителя

$$\frac{L_{mi}}{L_{m \max}} = \frac{(h - \Delta Z)^2 \cdot \left(1 - \left(1 - \frac{D_n}{2 \cdot R_a}\right) \cdot \frac{i \cdot \Delta Z}{h_p}\right)^{3,29}}{\left(h + i \cdot \Delta Z \cdot \left(\left(R_a - \frac{D_n}{2}\right) \cdot \frac{tg \varphi}{h_p}\right)\right)^2} \cdot \left(1 + \left(R_a - \frac{D_n}{2}\right) \cdot \frac{i \cdot \Delta Z}{h_p \cdot h} \cdot tg \varphi\right)^{-2,29} \quad (2)$$

где  $L_{mi}$  - массовый расход с  $i$ -того диска распылителя,  $\frac{кг}{c}$ ;  $L_{m \max}$  - максимальный массовый расход

жидкости с первого диска распылителя,  $\frac{кг}{c}$ ;  $h$  - высота лопаток завихрителя, м;  $\Delta Z$  - высота

прорези в распылителе, м;  $D_n$  - диаметр патрубка для выхода воздуха, м;  $R_a$  - радиус аппарата, м;

$i \cdot \Delta Z$  - расстояние от верхней крышки камеры до  $i$ -того диска распылителя;  $h_p$  - высота

распылителя, м;  $\varphi$  - угол наклона образующей конического днища к оси завихрителя.

Массовый расход воды в разработанном вихревом аппарате определяется по уравнению:

$$L_m = L_{m \max} \cdot \left(1 + \frac{1}{L_{m \max}} \cdot \sum_{i=1}^n L_{mi}\right) \quad (3)$$

где  $n$  - количество дисков распылителя.

Следует отметить, что первый диск имеет индекс  $i = 0$ . На верхние диски жидкости подается больше с целью более равномерного заполнения каплями рабочей зоны вихревой камеры, т.е.

$L_{m \max} = L_{m0}$ . Расчет вихревой камеры с дисковым распылителем проводился для аппарата с радиусом

$R_a = 0,5$  м, диаметром выходного патрубка для газа  $D_n = 0,25$  м, высотой распылителя  $h_p = 0,2$  м,

высотой лопаток завихрителя  $h = 0,3$  м, углом наклона образующей днища на оси завихрителя

$\varphi = 20^\circ$ , общим количеством дисков распылителя  $n = 10$ .

Результаты расчетов показали, что такие конструктивные параметры аппарата, как высота распылителя и диаметр патрубка для выхода воздуха, практически не влияют на изменение распределения жидкости с дисков распылителя (рис. 1, 2)

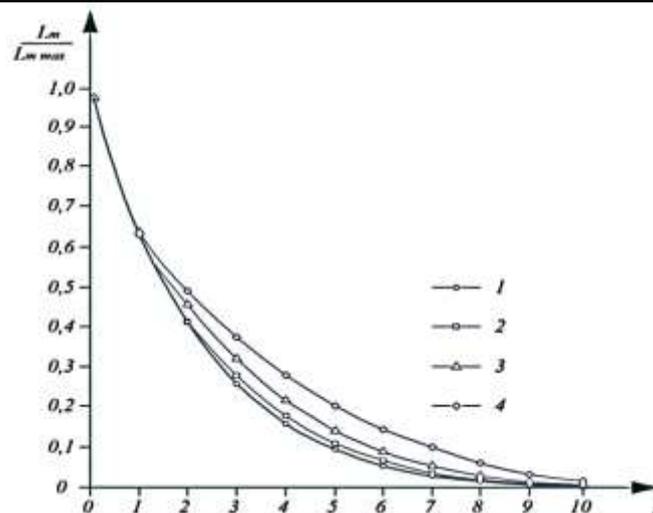


Рис. 1. – Распределение воды с дисков распылителя в зависимости от высоты распылителя,  $m$ :  
 $1 - 0,05$ ;  $2 - 0,1$ ;  $3 - 0,2$ ;  $4 - 0,3$ .

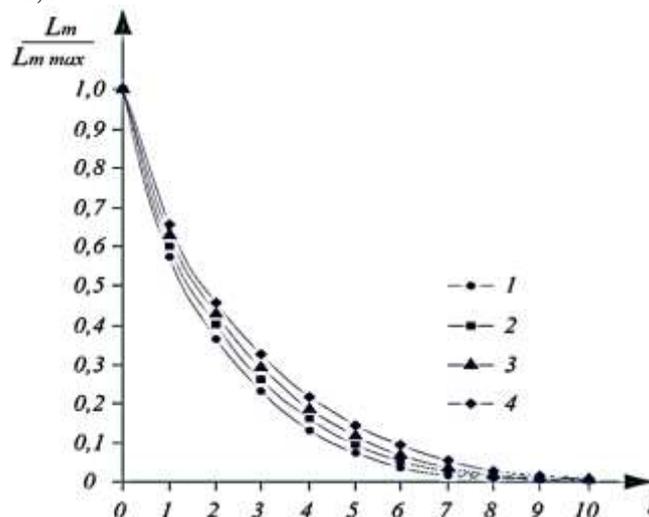


Рис. 2. – Распределение воды с дисков распылителя в зависимости от диаметра выходного патрубка для газа,  $m$ :  $1 - 0,1$ ;  $2 - 0,15$ ;  $3 - 0,2$ ;  $4 - 0,25$ .

Таким образом, разработанный аппарат с дисковым распылителем позволяет создавать капли требуемых диаметров, что позволит равномерно заполнить всю рабочую зону мелкодисперсными каплями и увеличить эффективность процесса охлаждения оборотной воды.

## Литература

1. Гаранов С.А., Волокитин Л.Б., Бионышев О.Б. Применение в системе кондиционирования воздуха «косвенно-испарительного чиллера» // Журнал Вестник МГТУ, Россия. – 2012. – №8. – С. 170-178.
2. Дмитриева О.С. Тепломассообмен в градирнях вихревого типа с распылителями. Автореферат дисс. канд. техн. наук. – Казань, – 2013. – 16 с.
3. Бондарь К.Е., Иванов С.П., Сулейманов Д.Ф., Варисова Р.Р. Повышение эффективности тепломассообменных процессов в малогабаритных аппаратах охлаждения оборотной воды // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 9-1. – С. 25-29.