

Мировая потребность в воде на сегодняшний день превышает половину среднегодового стока всех рек Земли. Нехватку воды испытывает более 2,5 млрд. людей на планете, и очевидно, что с ростом населения, развитием городов и производств дефицит будет только увеличиваться [1]. Анализ прогнозов развития экономики Российской Федерации, в том числе и с учетом последствий мирового экономического кризиса, приводит к выводу, что к 2020 году с большой вероятностью годовая потребность в водных ресурсах составит 90-110 км³ [2, 3]. В целях максимально эффективного использования водных ресурсов предприятия используют водооборотные охлаждающие системы, где в качестве охлаждающего оборудования используются градирни [4]. 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 [5, 6] 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 [7], 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 [8]. 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: , (1) где $n_a = 6L_{vi}t_a/(\pi a^3)$ – количество капель в рабочей зоне аппарата диаметром a ; a – диаметр капли, м; β_a – коэффициент массоотдачи от капель к воздуху, м/с; x – влагосодержание воздуха, кг/м³; x_p – равновесное влагосодержание, кг/м³; t_a – время полета капель, с; L_{vi} – объемный расход жидкости с i -того диска распылителя, м³/с. Откуда после всех преобразований можно определить распределение потоков жидкости с дисков распылителя (2) где L_{mi} – массовый расход жидкости с i -того диска распылителя, кг/с; $L_{m\max}$ – максимальный массовый расход жидкости с первого диска распылителя, кг/с; h – высота лопаток завихрителя, м; Δz – высота прорези в распылителе, м; D_p – диаметр патрубка для выхода воздуха, м; R_a – радиус аппарата, м; $i\Delta z$ – расстояние от верхней крышки камеры до i -того диска распылителя; h_p – высота распылителя, м; γ – угол наклона образующей конического днища к оси завихрителя, °. Массовый расход воды в разработанном вихревом аппарате определяется по уравнению: (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 $\chi = 20^\circ$, 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, м: 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, м: 1 – 0,1; 2 – 0,15; 3 – 0,2; 4 – 0,25 На рисунке 3 видно, что при радиусе аппарата $R_a \leq 0,3$ м зависимость имеет практически линейный характер. Рис. 3 – Распределение воды с дисков распылителя в зависимости от радиуса аппарата, м: 1 – 0,3; 2 – 0,4; 3 – 0,5; 4 – 0,7 Оказывают существенное влияние на распределение жидкости с дисков распылителя такие параметры, как радиус аппарата и угол наклона образующей днища к оси завихрителя, поскольку объем рабочей зоны аппарата, заполненный каплями равных диаметров, становится практически одинаковым по радиусу аппарата (рис. 3, 4). В вихревых камерах с малым радиусом и небольшим углом наклона образующей днища к оси завихрителя происходит более равномерное заполнение рабочей зоны аппарата каплями воды, пространство между распылителем и лопастями уменьшается и заполняется мелкими каплями (рис. 3, 4). Рис. 4 – Распределение воды с дисков распылителя в зависимости от угла наклона образующей днища к оси завихрителя, °: 1 – 10; 2 – 30; 3 – 45; 4 – 60 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.