

ВИХРЕВЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Н.Е. КУРНОСОВ, А.В. ТАРНОПОЛЬСКИЙ, С.Н. КУРНОСОВ

(Пензенский государственный университет)

Использование известных систем отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования воздуха во многих сферах жизнедеятельности человека и в ряде технологических процессов не всегда возможно по причинам экономического, технологического или экологического характера. Для решения обозначенных проблем предлагаются новые высокоэффективные системы на базе вихревых преобразователей энергии и диспергаторов-распылителей.

Решению проблемы автономного теплоснабжения объектов способствует применение вихревых гидравлических теплогенераторов [1], являющихся одним из новых видов промышленных теплоэнергетических устройств. Нагрев жидкости происходит при ее многократной циркуляции по контуру: насос – вихревая камера – насос.

Центробежный электронасос подает жидкость в вихревую камеру теплогенератора, выполненную в виде полого цилиндра, через тангенциальный ввод, обеспечивающий закрутку потока. Из вихревой камеры жидкость выходит через диафрагмы определенных размеров, установленные на торцах камеры. После выхода из вихревой камеры жидкость направляется по трубопроводу на всасывающий патрубок насоса, образуя тем самым замкнутый контур циркуляции.

Температура теплоносителя определяется термостойкостью уплотнений вала насоса и составляет обычно 70...90°C, но в специальных установках возможен нагрев теплоносителя до 140°C и более.

В предельных случаях вихревое течение жидкости сопровождается кавитацией. Она возникает в результате местного понижения давления в жидкости ниже критического значения, которое приблизительно равно давлению насыщенного пара этой жидкости при данной температуре.

Понижение давления может происходить вследствие местного повышения скорости в потоке жидкости (гидродинамическая кавитация) или вследствие прохождения в жидкости акустических волн (акустическая кавитация).

При высокой интенсивности закручивания потока в результате снижения давления в осевой зоне вихревой камеры наблюдается разрыв сплошности жидкости. При этом в осевой зоне вихревой камеры происходит образование двухфазной жидкостно-газовой среды, что подтвердилось в результате визуальных наблюдений при проведении экспериментальных исследований течения вихревых потоков жидкости в оптически прозрачной вихревой камере (рис.1 – характер и расположение зоны кавитации в вихревой камере).

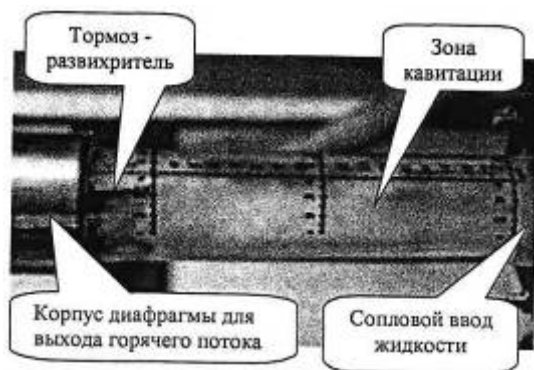


Рис. 1

В периферийных вихревых потоках и перед выходом из вихревой камеры, где скорость потока жидкости резко уменьшается, а давление соответственно увеличивается, происходит схлопывание кавитационных пузырьков и выделение теплоты [2].

При проведении исследований было обнаружено существенное различие скорости нагрева теплоносителя и удельного потребления энергии при комплектации вихревой камеры диафрагмами с различными проходными сечениями.

При определенном сочетании сечений диафрагм и установке тормоза увеличивается число мелких паровоздушных пузырьков, которые распространяются практически по всей длине вихревой камеры. В зависимости от соотношения сечений диафрагм, для выхода жидкости из вихревой камеры, возможно образование противотока в осевой зоне.

Также было установлено, что процессы тепло- и массопереноса более интенсивно протекают в вихревых потоках при использовании тормоза в виде крестовины с цилиндрической втулкой на конце (рис. 1). Установка тормоза-развихрителя на торцевой стенке вихревой камеры перед отверстием для выхода жидкости усиливает турбулентность вихревого потока, что способствует образованию в осевой области обширной зоны, заполненной вращающейся парогазожидкостной средой.

В слоях жидкости, контактирующих со стенками вихревой камеры, за счет сил трения образуется пристеночное вихревое течение, снижающее тангенци-

альную составляющую периферийного потока. При этом уменьшается разрежение вихревого потока в осевой зоне.

В целях эффективного тепло- и массопереноса необходимо обеспечить условия для разрыва сплошности жидкости в вихревом потоке, сообщив ему максимально высокую скорость до момента набегания на лопасти тормоза-развихрителя. Для этого внутренняя поверхность вихревой камеры должна быть выполнена с минимальным коэффициентом трения за счет подбора соответствующего материала и его обработки.



Рис. 2

Уникальная конструкция вихревого теплогенератора достаточно эффективно применяется для отопления и горячего водоснабжения жилых, общественных и производственных помещений (рис.2 – теплогенераторы, подключенные к системе отопления здания).

Основное преимущество вихревых теплогенераторов заключается в том, что с их помощью можно нагревать практически любые жидкости, в то время как тепловые электрические нагреватели (ТЭНы) требовательны к качеству подогреваемой воды. Главное их преимущество перед тепловыми электронагревателями – это отсутствие жестких требований по подготовке воды, отсутствие накипи и отложений на элементах устройства и возможность работы на различных видах жидкости, в том числе незамерзающих, химически агрессивных и пожароопасных.

Проведенные исследования показали, что проточно-накопительный водонагреватель на базе вихревого термогенератора на

15...20% эффективнее проточного водонагревателя модели DB-13 производства Германии аналогичной мощности и может работать в двух режимах: как проточным, так и накопительном (рис. 3 – сравнительные характеристики водонагревателей вихревого и электрического типов).

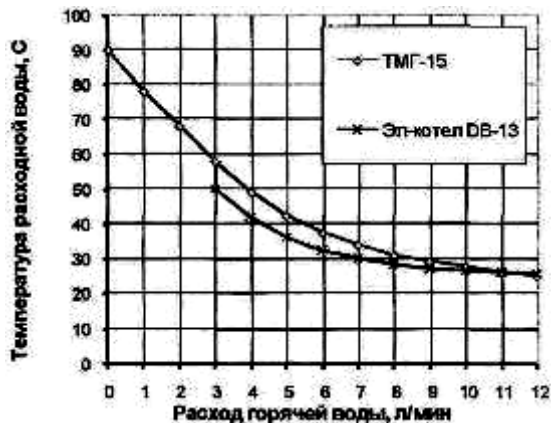


Рис. 3

Выполненные разработки превосходят известные отечественные и мировые аналоги, защищены российскими и европейским патентами, просты и высоконадежны, электро- и экологически безопасны. Коэффициент полезного действия вихревых теплогенераторов достигает 95%, поскольку “потери” электрической энергии в насосе (с КПД~70 %) полностью идут на нагрев рабочей жидкости.

Высокая надежность, безопасность и экономичность делают применение вихревых гидравлических теплогенераторов в качестве автономного источника теплоснабжения технологического оборудования более экономичным по сравнению с электронагревателями и паром. Их применение обеспечивает заданный температурный режим гальванических ванн. Четырехлетний опыт применения вихревых гидравлических теплогенераторов для теплоснабжения гальванических ванн в ОАО "Дизель" (Краснодарский край) и в ОАО "Кузнецкий завод приборов и конденсаторов" показал их высокую надежность. Экономия энергоресурсов при этом обеспечивается до 20%.

Важной характеристикой вихревого гидравлического теплогенератора является

автономность и возможность его многофункционального использования. При вихревом течении закрученных потоков жидкости проявляются несколько физических эффектов: нагрев, перемешивание и диспергирование разнородных жидкостей, образование двухфазных жидкостно-газовых сред, разрыв межмолекулярных связей в воде [3] и др.

В результате взаимного усиления указанных эффектов в вихревых потоках жидкости протекают интенсивные процессы тепло- и массопереноса, изменяющие физические характеристики рабочей среды и ее состояние. В связи с этим вихревые теплогенераторы кроме отопления и горячего водоснабжения жилых, общественных и производственных помещений, теплоснабжения производственного оборудования находят применение для перемешивания и диспергирования технических жидкостей, приготовления эмульсий и моющих растворов, для мойки деталей машин при их изготовлении и ремонте.

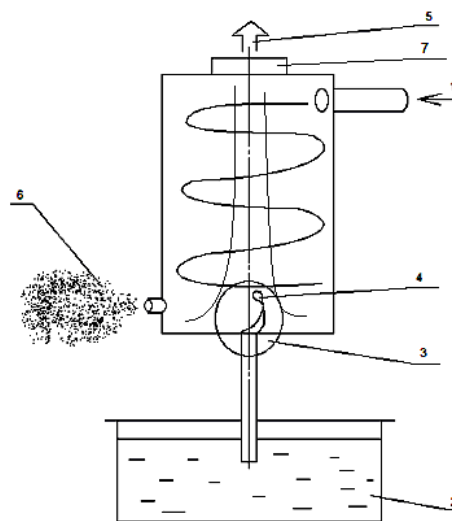


Рис. 4

Кроме температуры воздуха важнейшей характеристикой микроклимата производственных помещений является влажность. Увлажнение воздуха в производственных помещениях текстильных предприятий способствует снижению уровня статического электричества, препятствует налипанию пыли на рабочие органы машин.

Разработана конструкция вихревого распылителя жидкости, являющегося основным элементом увлажнителя воздуха. Распыление жидкости производится вихревым диспергатором-распылителем, принцип работы которого поясняется схемой, приведенной на рис.4.

При подаче сжатого воздуха через тангенциальный ввод 1 в корпусе распылителя возникают вихревые потоки, при этом в осевой области 3 создается зона разрежения, в которую из емкости через трубопровод поступает жидкость 2. Вихревые потоки диспергируют поступающую жидкость в зоне 4 и распыляют ее через сопло в виде факела 6 мелкодисперсного потока жидкости. Часть воздуха, отражаясь от дна рабочей полости, увлажняется и выходит через верхнее отверстие 7. Вследствие действия эффекта Ранка и частичного испарения жидкости температура выходящего воздуха 5 понижена.

Эффективность работы вихревого диспергатора-распылителя характеризуется такими параметрами, как давление и расход сжатого воздуха, подаваемого в распылитель, расход распыляемой жидкости, размер частиц жидкости и равномерность их распределения в факеле.

Проведенными исследованиями установлено, что вихревой диспергатор-распылитель эффективно работает при подаче сжатого воздуха давлением 0,1...0,2 МПа, при этом расход воздуха составляет 50...350 л/мин, в зависимости от типоразмера распылителя. Расход распыляемой жидкости составляет 70...200 мл/мин.

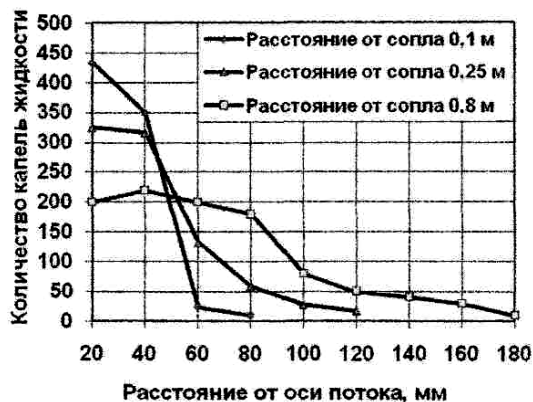


Рис. 5

Распределение капель жидкости в факеле аэрозоля исследовали путем распыления подкрашенной жидкости на экран, расположенный на расстоянии до 1 м от сопла распылителя. Обработка полученных результатов показала, что до 80% капель жидкости концентрируются в осевой зоне факела аэрозоля, составляющей около 50% диаметра факела (рис.5 – распределение количества капель жидкости по радиусу мишени).

Исследование размеров капелек распыляемой жидкости показало, что их диаметр находится в пределах 5 ... 20 мкм и при полете. По результатам исследований можно сделать выводы, что при начальном размере капель 20 мкм они в процессе полета в воздухе на расстояние 600 мм уменьшаются в размере до 3 мкм.

Данное явление можно объяснить испарением жидкости с поверхности капель в процессе полета, приводящим к уменьшению их диаметра. Интенсивное испарение жидкости при ее мелкодисперсном распылении объясняется тем, что суммарная поверхность капель увеличивается до 400 раз по сравнению с поверхностью нераспыленной жидкости.

Мелкодисперсное распыление обеспечивает увлажнение воздуха в производственных помещениях и защиту от статического электричества. Данное обстоятельство дает возможность использования вихревого диспергатора-распылителя для увлажнения воздуха.

Устройство характеризуется простотой конструкции и безотказностью в работе; возможностью дозированного мелкодисперсного распыления жидкостей, в том числе и разнородных. Для работы устройства необходим только сжатый воздух из производственной пневматической сети давлением до 0,4 МПа.

Разработанное устройство превосходит зарубежные и отечественные аналоги по критериям многофункциональности, простоте конструкции и надежности работы. Один из вариантов вихревого увлажнителя воздуха используется в специальных производственных помещениях с целью защиты от статического электричества на пред-

приятиях Минобороны Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курносоев Н.Е., Тарнопольский А.В., Пичугин В. М., Цветков П. А. Система отопления и горячего водоснабжения на основе вихревого термогенератора // По всей стране. – 2002, №8. С.12...13.

2. Федоткин И. М., Гульй И. С., Боровский В. В. Интенсификация процессов смешения и диспергирования гидродинамической кавитацией. – Киев : Арктур-Л, 1998.

3. Евстифеев В. В., Тарнопольский А. В. Использование вихревого гидравлического теплогенератора для приготовления эмульсий // Сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф.: Ресурсосбережение и инновации: проблемы и решения. – Пенза: Изд-во Приволжск. дома знаний, 2006. С.35...39.

Рекомендована кафедрой транспортно-технологических машин и оборудования. Поступила 05.10.07.
