

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство образования и науки Республики Татарстан
Академия наук Республики Татарстан
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»

**XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ «ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»**

23–26 апреля 2019 г.

Материалы конференции

В трех томах

Том 2

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

Часть 2

*Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э.Ю. Абдуллазянова*

Казань
2019

УДК 371.334
ББК 31.2+31.3+81.2
Ч54

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «КНИТУ» А.Н. Николаев;
канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «КГЭУ» Э.В. Шамсутдинов

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор),
Э.В. Шамсутдинов (зам. гл. редактора), А.В. Леонтьев,
Н.Д. Чичирова, И.В. Ившин, И.Г. Ахметова, А.Г. Арзамасова

Ч54 **XIV Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения».** В 3 т. Т. 1. Электроэнергетика и электроника: матер. конф. (Казань, 23–26 апреля 2019 г.) / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2019. – Ч. 2. – 391 с.

ISBN 978-5-89873-550-0 (т. 2, ч. 2)
ISBN 978-5-89873-546-3

Опубликованы материалы конференции, в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло- и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Тексты докладов публикуются в авторской редакции. Ответственность за их содержание возлагается на авторов.

УДК 371.334
ББК 31.2+31.3+81.2

ISBN 978-5-89873-550-0 (т. 2, ч. 2)
ISBN 978-5-89873-546-3

© Казанский государственный
энергетический университет, 2019

научной работы было выявлено, что эффективность сепаратора при улавливании частиц более 10 мкм составляет 99–99,9 %, для этого необходимо 3–4 ряда двутавровых элементов. Для улавливания частиц размером менее 9 мкм с эффективностью 99–99,9 % необходимо около 6 рядов, эффективность одной ступени равна 17 %. Проведенная серия исследований, показала, что наиболее рациональная геометрическая форма элементов внутри сепаратора – двутавровые элементы.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК-4522.2018.8.

Источники

1. Асламова В.С. Прямоточные циклоны. Теория, расчет, практика. Ангарск: АГТА, 2008. 233 с.

2. Страус В. Промышленная очистка газов. М.: Химия, 1981. 616 с.

3. Улавливание мелкодисперсных твердых частиц из газовых потоков в прямоугольных сепараторах / А.В. Дмитриев [и др.] // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22, № 3 (134). С. 138–144.

4. Эффективность прямоугольного сепаратора в зависимости от оформления элементов внутри аппарата / А.В. Дмитриев [и др.] // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2018. Т. 1, № 1 (37). С. 74–81

5. Зинуров В.Э, Дмитриев А.В. Экономичность использования прямоугольных сепараторов в респираторах // Экономика энергетики и энергосбережение: матер. междунар. науч. конф. Казань, 2018. С. 168–170.

УДК 66.045.53

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ОТВОДА НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА ОТ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ В ВЕНТИЛЯТОРНЫХ ГРАДИРНЯХ

В.Э. Зинуров¹, А.И. Хайрутдинова²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

^{1,2}vadd_93@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук О.С. Попкова

Аннотация. Процесс охлаждения оборотной воды является существенно актуальным для энергетической отрасли. В работе рассмотрен способ интенсификации отвода низкопотенциального тепла от воды путем установки нескольких рядов контактных элементов по высоте устройства, способствующие увеличению площади контакта воды с поверхностью элементов. Результаты работы показали, что установка

контактных элементов внутри вентиляторной градирни способствует увеличению эффективности охлаждения воды, но требует установки более мощного вентилятора.

Ключевые слова: градирня, охлаждение воды, отвод тепла от воды, контактные элементы, ороситель, вентиляторная градирня.

Охлаждение оборотной воды является неотъемлемой частью ряда промышленных технологических процессов. Самыми распространенными устройствами для охлаждения больших объемов воды являются градирни.

Отвод низкопотенциального тепла от воды путем ее охлаждения воздухом широко используется в различных технических устройствах и технологических системах строительной, химической, нефтегазовой, энергетической, металлургической, атомной и других отраслях промышленности [1]. Разработка конструкций градирен, обладающих относительно высокой тепловой производительностью при малых габаритных размерах, является актуальной инженерной задачей [2].

Эффективность работы градирни всецело определяется эффективностью работы ее оросителя. Перспективными в этом отношении являются оросители, имеющие волокнистую структуру и обладающие высокими значениями пористости и удельной поверхности.

В работе рассматривается тепломассообменный процесс охлаждения воды в вентиляционной градирне, ороситель которой работает в капельном режиме орошения.

Вентиляторную градирню применяют для охлаждения промышленных систем оборотного водоснабжения за счёт теплообмена с окружающим воздухом, проходящего под напором вентиляторов через теплообменник. Градирни вентиляторные называют так, потому что, по своей конструкции они состоят из теплообменного блока – радиатора и вентиляторов, которые его обдувают.

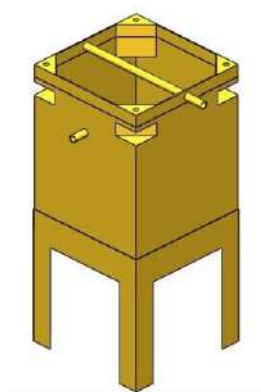
Сухая градирня это не что иное, как описанная выше вентиляторная градирня, но имеющая происхождение своего названия не по принципу устройства, а от сравнения с более древним способом охлаждения жидкости – распылением в воздухе и сбором распылённой и охлаждённой воды в ёмкость. При распылении происходит частичное испарение охлаждаемой воды, и воздух от такого устройства увлажняется.

Мокрые градирни закрытого типа – это один из вариантов водоохладителя, в котором применена гибридная схема. В отличие от сухих закрытых градирен в мокрых имеется герметичный теплообменник, по которому протекает жидкость основного контура, и этот теплообменник орошается водой и обдувается воздухом окружающей среды. Преимущества такого варианта в том, что основной контур охлаждения воды не соприкасается с окружающей средой и, соответственно, не

насыщается кислородом, не загрязняется и является закрытым, т.е. нет разрыва струи. Мокрая градирня закрытого типа позволяет применять в качестве хладоносителя растворы незамерзающих жидкостей.

В целом, вентиляторная градирня представляет значительно менее энергозатратный способ охлаждения по сравнению с чиллером, однако не позволяет достичь конечной температуры охлаждения ниже температуры окружающей среды и поэтому применима только для систем, удовлетворяющих этому условию.

Целью работы является интенсификация процесса охлаждения воды в градирне путем установки нескольких рядов контактных элементов по высоте устройства, способствующих увеличению площади контакта воды с поверхностью элементов.



3D модель вентиляционной градирни

Для решения поставленной цели авторами статьи была создана 3D модель вентиляционной градирни и впоследствии распечатана на 3D принтере (см. рисунок). Данная модель имеет несколько отверстий в верхней части для установки вентилятора. В оросителе имеется 10 круглых отверстий, через которые будет обеспечиваться равномерное распределение воды. Вода в ороситель будет подаваться с помощью насоса. Следует отметить, что для проведения эксперимента вода нагревалась с помощью нагревателя и далее подавалась в ороситель насосом. Чуть выше середины в корпусе градирни имеется дополнительный патрубок, который служит для последующих исследований. В нижней части градирни расположены вспомогательные подставки размером 2×2 см, встроенные в корпус градирни, которые предназначены для установки контактных элементов. Данные элементы позволят интенсифицировать процесс охлаждения воды вследствие увеличения удельной площади контакта контактных элементов с жидкостью. Стоит отметить, что градирня является полностью

разборной, что позволяет устанавливать внутри нее различные контактные элементы, отличающиеся габаритами и формой.

В ходе исследования рассматривался процесс охлаждения воды без контактных элементов и с ними. Исследование производилось при некоторых постоянных параметрах: атмосферное давление – 10^5 Па, температура окружающей среды – 20 °С. В ходе исследования изменялись следующие параметры: температура воды, которая подавалась в ороситель; скорость подачи воды в ороситель; скорость воздуха, нагнетаемого вентилятором. Также исследовалось влияние количества рядов контактных элементов на отвод низкопотенциального тепла от воды.

Результаты исследования показали, что установка нескольких рядов контактных элементов внутри градирни способствует увеличению отвода низкопотенциального тепла от воды относительно градирни без данных элементов. С другой стороны, большое количество контактных элементов увеличивает гидравлическое сопротивление, для преодоления которого требуется более мощный вентилятор, что увеличивает экономическую составляющую процесса. Поэтому определение рационального соотношения между ростом эффективности охлаждения воды и ростом гидравлического сопротивления установки должно являться определяющим в технологических процессах.

Источники

1. Филимонова В.А., Лазарева Е.А. Современные башенные вентиляторные градирни // Вологдинские чтения. 2009. Вып. 76. С. 136–137.

2. Расчет вентиляторной градирни с капельным орошением / Н.А. Меренцов [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. Т. 7, № 1 (128). С. 54–59.

3. Охлаждение оборотной воды предприятий энергетики в градирнях со струйно-пленочными контактными устройствами / А.В. Дмитриев [и др.] // Промышленная энергетика. 2018. № 11. С. 45–49.

4. Салахова Э.И., Дмитриев А.В., Дмитриева О.С. Влияние геометрических размеров аппарата со струйно-пленочным контактным устройством на процесс тепломассообмена // Вестник технологического университета. 2018. Т. 21, № 1. С. 59–61.

5. Салахова Э.И., Дмитриев А.В., Дмитриева О.С. Влияние высоты перегородок в струйно-пленочном контактном устройстве на интенсивность тепломассообмена // Вестник технологического университета. 2018. Т. 21, № 3. С. 82–85.