

Материалы

XI-й Международной научно-технической конференции
«Инновационные машиностроительные технологии,
оборудование и материалы – 2022»
(МНТК-ИМТОМ – 2022»)

Часть 2



8 декабря 2022 года

г. Казань

Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан
Акционерное общество «Казанский научно-исследовательский институт
авиационных технологий»

Казанский (Приволжский) Федеральный университет
Казанский национальный исследовательский технический университет имени
А.Н. Туполева – КАИ (КНИТУ - КАИ)

Казанский национальный исследовательский технологический университет
Казанский государственный энергетический университет



Материалы

XI-й Международной научно-технической конференции
**«ИННОВАЦИОННЫЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ – 2022»**
(МНТК «ИМТОМ – 2022»)

Часть 2

8 декабря 2022 года

Казань
2022

УДК 67
ББК К34
М34

Ответственность за содержание тезисов возлагается на авторов.

М34 Материалы XI-й Международной научно-технической конференции «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы – 2022» (МНТК «ИМТОМ–2022»). Ч. 2. – Казань, 2022. – 274 с., ил.

Материалы состоят из 4 разделов в соответствии с секциями Международной научно-технической конференции «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы – 2022» (МНТК «ИМТОМ–2022»): «Высокоэффективные материалы, технологии и оборудование в машиностроении», «Инновационные разработки и экономика в машиностроении», «Химическое машиностроение», «Энергетическое машиностроение. Электротехническое и теплоэнергетическое оборудование».

Будет полезно научным работникам, технологам и инженерам соответствующих специальностей.

ISBN 978-5-6047701-2-2 (m. 2)

ISBN 978-5-6047701-0-8

© АО «КНИАТ», 2022

© ООО «Фолиант», оформление, 2022

Все права защищены. Материалы Сборника трудов не могут быть воспроизведены в любой форме или любыми средствами, электронными или механическими, включая фотографирование, магнитную запись или иные средства копирования или сохранения информации без письменного разрешения АО «Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий».

СЕКЦИЯ № 3

«Химическое машиностроение»

Модераторы:

Гаврилов Алексей Викторович – декан Механического факультета
ФГБОУ ВО «КНИТУ», доцент, к.т.н.

Поникаров Сергей Иванович – зав. кафедрой «Машин и аппаратов
химических производств» ФГБОУ ВО «КНИТУ», профессор, д.т.н.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОДЫ С РЕГУЛЯРНОЙ НАСАДКОЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ОПОРНЫХ РЕШЕТОК В МИНИ-ГРАДИРНИ

Лаптева Елена Анатольевна, доцент кафедры ЭОС
Тактамышева Рушания Рифадовна, доцент кафедры ЭОС
Власова Маргарита Андреевна, магистр кафедры ЭОС

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»,

Аннотация. В работе показаны результаты расчетов для регулярной насадки в виде гофрированных труб с применением различных опорных решеток. Сделаны выводы о наиболее эффективной конструкции.

Annotation. The paper shows the results of calculations for a regular nozzle in the form of corrugated pipes using various support grids. Conclusions are drawn about the most effective design.

Ключевые слова: теплообмен, интенсификация, мини-градирня, охлаждение воды, регулярные насадки, контактное устройство

Охлаждение оборотной воды является неотъемлемой частью ряда промышленных технологических процессов на ТЭС, АЭС и т.д. Самыми распространенными устройствами для охлаждения больших объемов воды являются градирни [1]. Использование оборотной воды на предприятиях теплоэнергетической, химической, нефтеперерабатывающей и металлургической отраслей промышленности составляет от 60 до 96% от общего водопотребления [2]. В практике охлаждение оборотной воды широко используют испарительное охлаждение воды в градирнях. Интенсивность работы градирни зависит от условий, какие предоставляются для поверхностного испарения воды в ней. В связи с этим можно выделить два типа величин, влияющих на испарительное охлаждение: зависящие от условий внешней среды и от конструкции охладителя (градирни).

Экспериментальные данные были получены на научно-исследовательском стенде градирня. Установка предназначена для проведения исследовательских работ по тепломассообмену при использовании различных насадок [3]. При проведении эксперимента использовались регулярные насадки в виде гофрированных труб, которые устанавливаются на поддерживающей опорной решетке. Схема регулярной насадки из гофрированных труб представлена на рисунке 1.

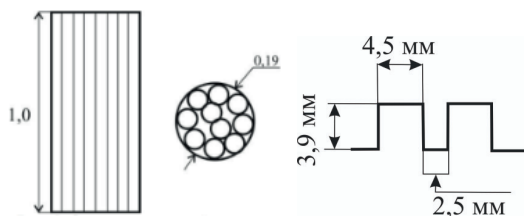


Рисунок 1. Схема трубчатой регулярной насадки с дискретной шероховатостью в виде прямоугольных выступов

Внутри цилиндрической колонны размещены 10 гофрированных труб, являющихся регулярной насадкой, высотой 1 м. Дискретная шероховатость поверхности труб выполняется в форме отдельных точечных выступов, расположенных поперечно к потоку вдоль периметра поперечного сечения канала, с использованием данных труб повышается интенсивность тепло – и массообмена.

Опорные решетки устанавливаются под регулярной насадкой (гофрированные трубы), рассматривались две геометрии решеток, которые представлены на рисунке 2.

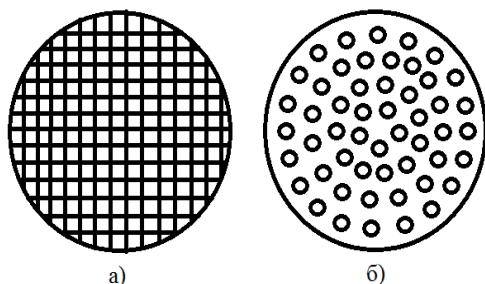


Рисунок 2. Геометрия опорных решеток: а – ситчатая решетка, б – решетка с отверстиями

В процессе исследования будем менять параметры подаваемого воздуха, для анализа изменения расчетных параметров, эксперимент проводился при различных скоростях воздуха в колонне: 0,5 - 1,8 м/с. Рассчитывались такие параметры как: эффективность по воде и по газу, коэффициент массоотдачи, коэффициент гидравлического сопротивления. Плотность орошения устанавливали $8,8 \text{ м}^2/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$ и $15,9 \text{ м}^2/\text{м}^3 \cdot \text{ч}$. Полученные экспериментальные данные и расчетные параметры представлены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1. Расчетные параметры при использовании ситчатой решетки

Плотность орошения 8,8 м ² /м ³ ч								
	Скорость воздуха в колонне, м/с							
	0,5	0,8	1	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8
Эффективность по воде	0,160	0,231	0,262	0,304	0,326	0,362	0,390	0,423
Эффективность по газу	0,566	0,538	0,515	0,486	0,469	0,451	0,435	0,414
Коэффициент массоотдачи, кг/(м ³ с)	0,631	0,951	1,086	1,269	1,362	1,518	1,649	1,793
Коэффициент гидравлического сопротивления	0,023	0,099	0,225	0,337	0,506	0,629	1,301	3,499
Плотность орошения 15,9 м ² /м ³ ч								
	Скорость воздуха в колонне, м/с							
	0,5	0,8	1	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8
Эффективность по воде	0,098	0,146	0,218	0,233	0,255	0,266	0,270	0,292
Эффективность по газу	0,606	0,596	0,541	0,534	0,506	0,501	0,494	0,481
Коэффициент массоотдачи, кг/(м ³ с)	0,662	1,206	1,596	1,673	1,877	1,921	1,908	2,047
Коэффициент гидравлического сопротивления	0,060	0,195	0,353	0,505	0,759	1,028	1,671	4,847

Таблица 2. Расчетные параметры при использовании решетки с отверстиями

Плотность орошения 8,8 м ² /м ³ ч								
	Скорость воздуха в колонне, м/с							
	0,5	0,8	1	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8
Эффективность по воде	0,142	0,213	0,244	0,278	0,290	0,301	0,340	0,373
Эффективность по газу	0,565	0,532	0,524	0,507	0,467	0,435	0,433	0,334
Коэффициент массоотдачи, кг/(м ³ с)	0,573	0,890	1,030	1,189	1,203	1,253	1,423	1,464
Коэффициент гидравлического сопротивления	0,017	0,144	0,342	0,660	1,573	4,845	6,519	8,702
Плотность орошения 15,9 м ² /м ³ ч								
	Скорость воздуха в колонне, м/с							
	0,5	0,8	1	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8
Эффективность по воде	0,100	0,142	0,168	0,187	0,199	0,234	0,259	0,280
Эффективность по газу	0,598	0,549	0,525	0,503	0,516	0,454	0,429	0,421
Коэффициент массоотдачи, кг/(м ³ с)	0,693	0,990	1,175	1,314	1,469	1,608	1,766	1,922
Коэффициент гидравлического сопротивления	0,055	1,503	2,557	3,295	4,647	5,369	7,574	9,898

Были получены графики зависимости показателей, которые представлены на рисунках 3-4.

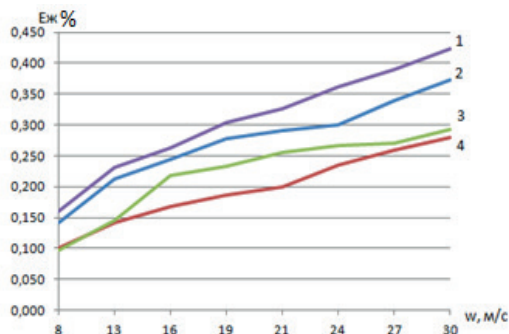


Рисунок 3. График зависимости эффективности воды от скорости воздуха в колонне (1 - плотность орошения $q_{ж} = 8,8 \text{ м}^2/\text{м}^3\cdot\text{ч}$ решетка ситчатая, 2 - плотность орошения $q_{ж} = 8,8 \text{ м}^2/\text{м}^3\cdot\text{ч}$, решетка с отверстиями, 3 - плотность орошения $q_{ж} = 15,9 \text{ м}^2/\text{м}^3\cdot\text{ч}$ решетка ситчатая, 4 - плотность орошения $q_{ж} = 15,9 \text{ м}^2/\text{м}^3\cdot\text{ч}$ решетка с отверстиями).

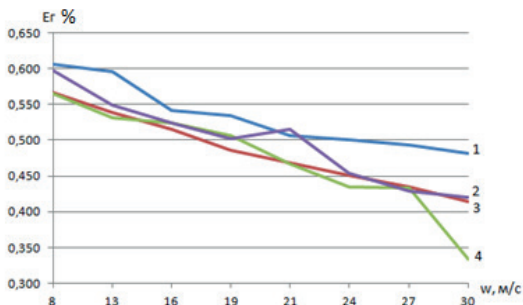


Рисунок 4. График зависимости эффективности газа от скорости воздуха в колонне (1 - плотность орошения $q_{ж} = 15,9 \text{ м}^2/\text{м}^3\cdot\text{ч}$ решетка ситчатая, 2 - плотность орошения $q_{ж} = 15,9 \text{ м}^2/\text{м}^3\cdot\text{ч}$, решетка с отверстиями, 3 - плотность орошения $q_{ж} = 8,8 \text{ м}^2/\text{м}^3\cdot\text{ч}$ решетка ситчатая, 4 - плотность орошения $q_{ж} = 8,8 \text{ м}^2/\text{м}^3\cdot\text{ч}$ решетка с отверстиями).

Проанализировав полученные графики, можно сделать вывод, что использование регулярной гофрированной насадки приводит к интенсификации массоотдачи, увеличению площади контакта фаз, что способствует более эффективному процессу охлаждения. Использование опорной решетки с

отверстиями значительно изменяет процент по эффективности воды и газа, это происходит из-за возникновения процесса барботажа, поэтому наиболее оптимальной конструкцией для мини-градирни будет использование ситчатой опорной решетки, так как при ее использовании показатели эффективности по воде и газу составляют наибольшее значение.

Исследование выполнено в рамках научного проекта РНФ 18-79-101-36

Литература

1. Филимонова В. А., Лазарева Е. А. Современные башенные вентиляторные градирни // Вологодские чтения. 2009. №76.
2. Бондарь К. Е. и др. Повышение эффективности теплообменных процессов в малогабаритных аппаратах охлаждения оборотной воды // Фундаментальные исследования. – 2017. – №. 9-1. – С. 25-29.
3. Лаптева Е.А. Исследование гидравлических и массообменных характеристик системы газ-жидкость регулярной насадки с поверхностными интенсификаторами // современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2022. – С.98-102.

ПЕРЕМЕННЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА

Г.Е. Марьин^{1,2}, старший машинист энергоблоков цеха парогазовых установок, старший преподаватель кафедры энергетического машиностроения,
e-mail: george64199@mail.ru

Б.М. Осипов², кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры энергетического машиностроения, e-mail: obm0099@ya.ru

А.С.Шубина³, старший преподаватель кафедры машиноведения и инженерной графики, e-mail: alm.72@mail.ru

¹АО ТАТЭНЕРГО, Казань, Россия

²Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

³Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия

Аннотация. Газотурбинные установки работают на природном газе, но стремление к энергетической безопасности и снижению выбросов. Практическое тестирование турбины при работе на различных видах топлива проблематично это связано с разной теплотворной способностью и разной динамикой горения. Необходимость прогнозирования энергетических и экологических характеристик становится важной задачей при проектировании и эксплуатации газовой турбины. В данном исследовании рассматривается работа турбины GE 6FA на различных видах топлива (природный газ, водород,

Материалы
XI Международной научно-технической конференции
«Инновационные машиностроительные технологии,
оборудование и материалы – 2022»

Часть 2

Подписано в печать 25.11.2022

Формат 60×84/16

Бумага офсетная

Тираж 70 экз.

Отпечатано ООО «Фолиант»
420111 г. Казань, ул. Профсоюзная, 17в
foliantkazan@mail.ru

**АО «Казанский научно-исследовательский институт
авиационных технологий»**

г. Казань, ул. Дементьева, д. 2в

тел.: (843) 212-09-08

e-mail: oao@kniat.ru

web: www.kniat.ru

