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 *(т. 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.

отводящих трубопроводов и наметить требуемую высоту размещения буферных емкостей.

При использовании промывки отработанного масла с использованием центробежного аппарата, содержащего зоны перемешивания, зону грубой и тонкой очистки возможно осуществить рециркуляцию отработанного масла и доведения очищаемого масла до требуемых характеристик.

Литература

1. Шашкин П.И., Брай И.В. Регенерация отработанных нефтяных масел. М.: Химия, 1970. - 304 с.

2. Красюк, М.С. Методы очистки отработанных масел, применяемых на предприятиях нефтегазодобывающей промышленности / М. С. Красюк, А. А. Мирошниченко // Экологические проблемы региона и пути их разрешения: Материалы XIV Международной научно-практической конференции, Омск, 14–15 мая 2020 года / Под общей редакцией Е. Ю. Тюменцевой. – Омск: Омский государственный технический университет, 2020. – С. 60-64. – EDN RXKBQO.

3. Набиуллина М.Ф., Лаптев С.А. Разработка рациональной компоновочной схемы установки регенерации отработанного масла. В сборнике: Тинчуринские чтения - 2020 "Энергетика и цифровая трансформация". Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах. Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Казань, 2020. С. 204-207.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ВОДЫ С РАЗЛИЧНЫМИ РЕГУЛЯРНЫМИ НАСАДКАМИ И ОПОРНЫМИ РЕШЕТКАМИ 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 показана методика и результаты расчетов для регулярных насадок в виде гофрированных и гладких труб с применением различных опорных решеток. Проанализировано изменение параметров эффективности охлаждения по воде и газу, коэффициент гидравлического сопротивления. Сделаны выводы о наиболее подходящей конструкции градирни для интенсификации тепло- и массообмена.

Annotation. The paper shows the methodology and calculation results for regular nozzles in the form of corrugated and smooth pipes using various support grids. The change in the parameters of the cooling efficiency by water and gas, the coefficient of hydraulic resistance is analyzed. Conclusions are drawn about the most suitable design of the cooling tower for the intensification of heat and mass transfer.

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

В конце XX века за рубежом, а затем и в РФ начали активно создаваться и внедряться мини градирни. Их хорошо использовать на предприятиях нефтехимии и топливно-энергетического комплекса (ТЭК) для остужения оборотной жидкости на очень близком расстоянии к теплотехнологическим установкам. В том случае есть необходимость в подачи жидкости в общий водооборотный цикл промышленного предприятия и в таких градирнях легче управлять температурном режимом в зависимости от начальной температуры жидкости.

Самый важный узел градирни – это насадка. Тепло и массообменные свойства контактного устройства (насадки), наряду с аэродинамическими свойствами определяют, в основном, эффективность градирни, т.е. влияют на выбор определенного размера новой градирни или оценку возможностей теплосъема данной градирни [1]. Для оросителей применяют различные материалы: дерево, цемент, пластмасса, металл. В данное время все большее используются сетчатые и рельефные контактные устройства, выполненные в виде дырчатых (перфорированных) или рельефных полиэтиленовых труб, и укладываемых равно, либо в навал.

Экспериментальные данные были получены на научно-исследовательском стенде градирня. Установка предназначена для проведения исследовательских работ по тепломассообмену при использовании различных насадок [2]. При проведении эксперимента использовались регулярные насадки в виде гофрированных и гладких труб, которые устанавливаются на поддерживающей опорной решетке, рассматривались две геометрии – с отверстиями и ситчатая. Комбинации использования регулярных насадок и опорных решеток представлены на рисунке 1.

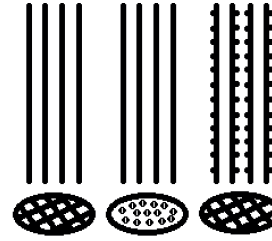


Рисунок 1. Комбинации использования регулярных насадок и опорных решеток при проведении экспериментов - а) гладкие трубы и ситчатая опорная решетка; б) гладкие трубы и опорная решетка с отверстиями; в) гофрированные трубы и ситчатая опорная решетка

В процессе исследования изменяли 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 $м^2/м^3 \cdot ч$ и 15,9 $м^2/м^3 \cdot ч$.

Эффективность по воде рассчитывается по выражению:

$$E_ж = \frac{t_н - t_к}{t_н - t_{м.т.н}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $t_н$ – температура воды на входе в градирню, С; $t_к$ – температура воды на выходе из градирни, С; $t_{м.т.н}$ – температура мокрого термометра на входе в градирню, С.

Эффективность по газу:

$$E_г = \frac{I_н - I_к}{I_н - I_{гр.н}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $I_н$ – энтальпия воздуха на входе, Дж/кг. сух. возд.; $I_к$ – энтальпия воздуха на выходе, Дж/кг. сух. возд.; $I_{гр.н}$ – энтальпия воздуха при температуре $t_н$ на границе раздела фаз, Дж/кг.

Объемный коэффициент массоотдачи β, кг/$м^3$· с:

$$\beta = \frac{Q_w}{I_{ср} \cdot V}, \quad (3)$$

где Q_w – тепловая мощность по воде, Вт; $I_{ср}$ – средняя разность энтальпий, Дж/кг. сух. возд; V – объем блока насадки, $м^3$.

Коэффициент гидравлического сопротивления насадки ξ:

$$\xi = \frac{2 \cdot d_э \cdot \Delta P \cdot \varepsilon_{св}^2}{H \cdot \rho_г \cdot w_г^2}, \quad (4)$$

где $d_э$ – эквивалентный диаметр насадки, м ($d_э = 0{,}0247$ м); ΔP – перепад давления воздуха в орошаемой насадке, Па; $\varepsilon_{св}$ – удельный свободный объем насадки, $м^3$ /$м^3$ ($\varepsilon_{св} = 0{,}95$); H – высота насадки, м; $\rho_г$ – плотность воздуха, кг/$м^3$; $w_г$ – скорость воздуха, м/с.

Были получены графики зависимости показателей, которые представлены на рисунках 2-5.

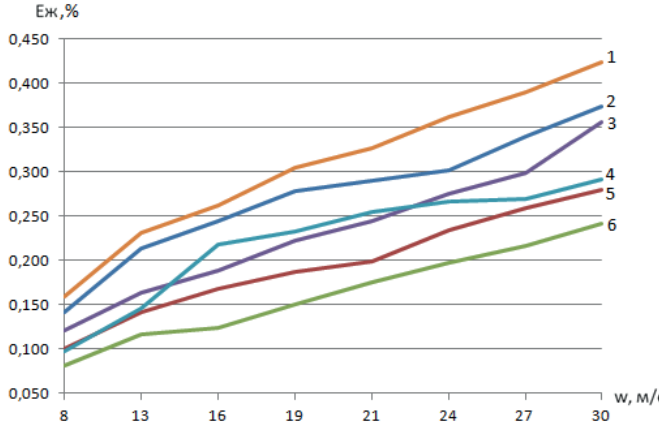


Рисунок 2. График зависимости эффективности воды от скорости воздуха в колонне (1 - $q_ж$ = 8,8 м^2/м^3·ч решетка ситчатая, гофрированные трубы; 2 - $q_ж$ = 8,8 м^2/м^3·ч, решетка с отверстиями, гладкие трубы; 3 - $q_ж$ = 8,8 м^2/м^3·ч решетка ситчатая, гладкие трубы; 4 - $q_ж$ = 15,9 м^2/м^3·ч решетка ситчатая, гофрированные трубы; 5 - $q_ж$ = 15,9 м^2/м^3·ч решетка с отверстиями, гладкие трубы; 6 - $q_ж$ = 15,9 м^2/м^3·ч решетка ситчатая, гладкие трубы).

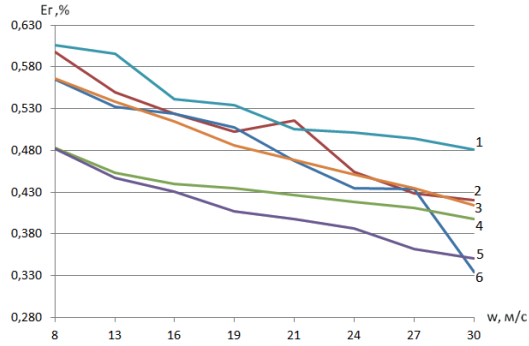


Рисунок 3. График зависимости эффективности газа от скорости воздуха в колонне (1 - $q_ж$ = 15,9 м^2/м^3·ч решетка ситчатая, гофрированные трубы; 2 - $q_ж$ = 15,9 м^2/м^3·ч, решетка с отверстиями, гладкие трубы; 3 - $q_ж$ = 8,8 м^2/м^3·ч решетка ситчатая, гофрированные трубы; 4 - $q_ж$ = 15,9 м^2/м^3·ч решетка ситчатая, гладкие трубы; 5 - $q_ж$ = 8,8 м^2/м^3·ч решетка ситчатая, гладкие трубы; 6 - $q_ж$ = 8,8 м^2/м^3·ч решетка с отверстиями, гладкие трубы).

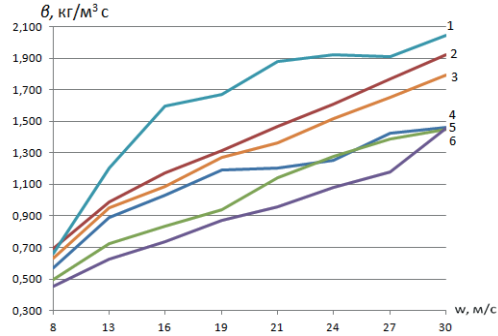


Рисунок 4. График зависимости коэффициента массотдачи от скорости воздуха в колонне (1 - $q_ж$ = 15,9 м^2/м^3•ч решетка ситчатая, гофрированные трубы; 2 - $q_ж$ = 15,9 м^2/м^3•ч, решетка с отверстиями, гладкие трубы; 3 - $q_ж$ = 8,8 м^2/м^3• ч решетка ситчатая, гофрированные трубы; 4 - $q_ж$ = 8,8 м^2/м^3•ч решетка с отверстиями, гладкие трубы; 5 - $q_ж$ = 15,9 м^2/м^3•ч решетка ситчатая, гладкие трубы; 6 - $q_ж$ = 8,8 м^2/м^3•ч решетка ситчатая, гладкие трубы).

Проанализировав полученные графики, можно сделать вывод, что наиболее эффективной конструкцией мини-градирни будет использование гофрированных регулярных насадок с ситчатой решеткой для более интенсивного охлаждения оборотной воды. Более полное использование геометрической поверхности насадки, а также более полное обновление поверхности контакта фаз, ведущее в конечном итоге к повышению эффективности массопереноса, обеспечивается гофрированной насадкой. Наиболее лучшая пропускная способность воздуха у ситчатой опорной решетки, что позволяет избежать процесса барботаж, как при использовании опорной решетки с отверстиями.

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

Литература

1. Лаптева Е. А., Шагиева Г. К. Эффективность охлаждение оборотной жидкости в мини градирнях //Вопросы технических наук в свете современных исследований. – 2017. – С. 84-90.

2. 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.

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

