

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Круглова Леонида Вадимовича** на тему: «Гидрогазодинамика и тепломассообмен в миниградирнях со струйно-пленочным взаимодействием воды и воздуха при малых точках орошения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика»

Диссертационная работа объемом 125 страницы включает 85 рисунков и 4 таблицы. Состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений и списка использованной литературы из 103 наименований.

1. Актуальность темы выполненной работы

Интенсификация тепломассообмена в контактных устройствах позволяет значительно сократить габариты градирен, снизить их массу. В тоже время при плохом начальном распределении воды большинство оросителей работают с низкой эффективностью. Для качественного распределения используются форсунки. Однако в процессе эксплуатации они забиваются и создаваемый ими распыл начинает существенно отличаться от первоначального. В результате характеристики работы градирен ухудшаются, начинается перерасход энергии затрачиваемой на охлаждение оборотной воды. В связи с этим была разработана конструкция контактных устройств, которая обладает способностью перераспределять потоки воды по сечению аппарата. Это позволяет отказаться от сложных по конструкции форсунок и увеличить надежность работы всей конструкции градирен. Предлагаемое контактное устройство, требует сравнительно невысоких затрат энергии на организацию взаимодействия воздуха и воды. Расчетные и экспериментальные исследования показали, что эффективность работы предлагаемых контактных устройств сопоставима с существующими во всем диапазоне нагрузок по воздуху и воде.

Анализ структуры потока в предлагаемой конструкции показывает, что происходит срыв большого количества капель, которые через очень малый промежу-

ток времени влетают в стекающую пленку воды, обеспечивая дополнительную интенсификацию. Поэтому очень важна информация о структуре газожидкостного потока. Все это позволяет прогнозировать, интерпретировать, систематизировать и обобщать полученные и цитированные результаты исследований.

Важно отметить, что программные пакеты типа “Fluent” или ANSYS CFX не позволяют в полной мере решать задачи с дроблением и слиянием капель, поскольку там не учитывается поверхностное натяжение. Поэтому единственным средством решения поставленной задачи является экспериментальное исследование.

Все это говорит о том, что **тема диссертационной работы Л.В. Круглова**, посвященная комплексному экспериментальному исследованию запатентованного соискателем нового контактного устройства, обладающего способностью распределять воду по сечению аппарата, является **актуальной** для решения фундаментальных и прикладных вопросов в области теплоэнергетических установок и систем охлаждения оборотной воды.

Во введении диссертации обсуждается актуальность темы исследования, констатируются ее научная новизна и практическая значимость.

В первой главе на основе выполненного критического обзора литературных источников формулируются задачи исследований.

Во второй главе представлены исследования течения воды в струйно-пленочных контактных устройствах. Экспериментально определено влияние размеров устройства на структуру потока воды в предлагаемом устройстве. Получены зависимости среднерасходной скорости стекания воды в зависимости от конструктивных особенностей струйно-пленочных контактных устройств. В результате проведения ряда экспериментов выявлено влияние расположения лепестков на растекание воды по перегородкам устройства.

Третья глава посвящена газодинамике струйно-пленочных контактных устройств. Выявлена структура потока газа. Получено выражение для расчета гидравлического сопротивления устройства. Произведен оценочный расчет влияния уровня жидкости в сливных стаканах струйно-пленочного контактного

устройства на коэффициент гидравлического сопротивления. Получена картина движения потока воздуха над водой, находящейся в сливном стакане устройства.

В четвертой главе рассмотрены вопросы связанные тепломассообменом между водой и воздухом в струйно-пленочных контактных устройствах. Получены критериальные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи от капель, последовательно падающих в потоке воздуха, от элементов конструкции к обтекающему их потоку. Проведено сравнение полученных зависимостей с существующими. Создано математическое описание процесса охлаждения оборотной воды в струйно-пленочных контактных устройствах. На его основе проведена оценка вклада каждой зоны контакта в общий поток переноса тепла и массы.

Пятая глава диссертации посвящена разработке методики расчета градирни со струйно-пленочным контактным устройством и технико-экономическому анализу. Выявлены предельные скорости движения воздуха, при которых унос воды минимален, получены зависимости для расчета величины уноса. Представлены графические зависимости теплового КПД от скорости воздуха, которые были получены на основе проведения эксперимента. Получены выражения для расчета объемного коэффициента массоотдачи при охлаждении воды в предлагаемых контактных устройствах. Произведено сравнение значений объемного коэффициента массоотдачи со значениями, полученными для различных блоков оросителей градирен.

В заключительной части диссертации кратко изложены основные научные результаты и выводы, полученные автором в комплексных экспериментальных исследованиях.

Научная новизна:

- экспериментальным путем получены зависимости гидравлического сопротивления от скорости воздуха на входе в рабочую зону и отношения расходов воды и воздуха в разработанном струйно-пленочном тепломассообменном контактном устройстве;

- получены экспериментальные зависимости эффективности теплообмена в предложенной конструкции от соотношения удельных расходов фаз, скорости жидкости, начальной температуры жидкости;

- в результате численного эксперимента в программном пакете ANSYS Fluent получены значения уноса и предельной среднерасходной скорости газа в струйно-пленочных теплообменных контактных устройствах при малых точках орошения;

- экспериментально получено выражение для расчета объемного коэффициента массоотдачи при охлаждении воды в предлагаемых контактных устройствах.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Представлен анализ миниградирен по эффективности охлаждения, показана экономическая выгода охлаждения оборотной воды в струйно-пленочных контактных устройствах; разработаны конструкции контактных устройств для теплообменных процессов и аппаратов (патенты РФ № 171022, № 166480); разработана инженерная методика расчета струйно-пленочного контактного устройства, обеспечивающая возможность определения характерных параметров аппарата при различных нагрузках по воде и воздуху, с целью оптимизации процесса охлаждения оборотной воды; предложенная конструкция струйно-пленочного контактного устройства рекомендована к внедрению на ФКП «КЗТМ» г. Казань с целью повышения эффективности охлаждения воды на существующих производствах; проведен сравнительный анализ по энергетическим затратам поперечноточной миниградирни и противоточной миниградирни с внедрением струйно-пленочных контактных устройств; проведен сравнительный анализ значений объемных коэффициентов массоотдачи с различными типами оросителей, широко используемых в промышленности и энергетике.

Рекомендации по использованию полученных результатов и выводов

Полученные в диссертации результаты переданы на предприятия энергомашиностроения и химических технологий; они внедрены в учебный процесс (курс лекций по дисциплине «Технология и оборудование отрасли» в КГЭУ).

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием общепринятых апробированных методов и методик теплофизического эксперимента; удовлетворительным согласованием данных, полученных в канонических условиях с общеизвестными данными других авторов; использованием измерительной аппаратуры, отвечающей современным требованиям точности, расчетом погрешностей экспериментов.

Замечания по диссертационной работе

1. Обзорная глава имеет слишком большой объем, который мог быть сокращен за счет вопросов, не относящихся напрямую к теме данной диссертации.

2. В диссертации отмечается, что наличие отверстий в перегородках приводит к увеличению эффективности, но нет данных по влиянию расположения и размеров отверстий на этот параметр.

3. Не приведено влияние шероховатости поверхности предлагаемых контактных устройств на структуру потока стекающей пленки воды и эффективность работы устройства.

4. Не в полной мере проведено исследование аэродинамических характеристик разработанной насадки

Заключение

Диссертационная работа «Гидрогазодинамика и тепломассообмен в миниградириях со струйно-пленочным взаимодействием воды и воздуха при малых точках орошения» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи разработки и комплексного исследования охлаждения воды в градириях со струйно-пленочным взаимодействием фаз, имеющего важное фундаментальное и прикладное значение для развития науки об интенсификации конвективного тепломассообмена.

Диссертационная работа Л.В. Круглова соответствует паспорту специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика» и относится к следующим областям исследования:

«3. Теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих тепло. Совершенствование методов расчета тепловых сетей и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов»

«4. Разработка новых конструкций теплопередающих и теплоиспользующих установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками»

Работа отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., №842, предъявляемых к кандидатским диссертациям.

Автор диссертационной работы «Гидрогазодинамика и теплообмен в миниградирнях со струйно-пленочным взаимодействием воды и воздуха при малых точках орошения» Круглов Леонид Вадимович заслуживает присуждения **ученой степени кандидата технических наук** по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика».

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
заведующий кафедрой «Механика
и конструирование машин» УГНТУ



Афанасенко В.Г.

Рабочий адрес: 450062, Россия, г. Уфа, ул. М. Пинского, 4. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», кафедра «Механика и конструирование машин».

Рабочий телефон: +7(987)4873100

Адрес электронной почты: afanasev.v.g@yandex.ru

Подпись официального оппонента заверяю

Иван О.П.

