

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Волгоградского
государственного технического
университета, проф., д.т.н.

С.В. Кузьмин

«22» ~~июня~~ 2021 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
на диссертацию Круглова Леонида Вадимовича
«Гидрогазодинамика и теплообмен
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»**

В диссертации представлены исследования гидрогазодинамики и теплообмена в миниградирнях со струйно-пленочным взаимодействием воды и воздуха при малых точках орошения.

Актуальность диссертационного исследования Круглова Л.В. определяется тем, что большинство современных испарительных градирен обладает рядом недостатков, основным из них является – плохая смачиваемость насадочных элементов, а также неравномерность распределения воды по сечению аппаратов, большой капельный унос, повышение тепловой эффективности работы аппаратов для охлаждения оборотной воды является актуальной задачей. Для этого требуется внедрение новых устройств контакта жидкости и газа, позволяющих обеспечить минимальный унос жидкости газовым потоком, минимальное гидравлическое сопротивление и большую поверхность контакта фаз. Важно отметить, что охлаждение оборотной воды предприятий многих отраслей промышленности весьма перспективно может быть осуществлено при использовании струйно-пленочных контактных устройств, за счет равномерного распределения жидкости по всей рабочей зоне аппарата.

Достоверность и обоснованность подтверждается использованием при проведении расчетов в работе фундаментальных уравнений сохранения и переноса теплоты, импульса и массы, а также хорошим согласованием расчетных и экспериментальных данных. **Надежность** опытных данных подтверждается их воспроизводимостью в однотипных сериях

экспериментов, а также использованием для их получения современных и сертифицированных средств измерения.

Общая характеристика работы

Диссертация Л.В. Круглова «Гидрогазодинамика и тепломассообмен в миниградирнях со струйно-пленочным взаимодействием воды и воздуха при малых точках орошения» имеет классическую для научно-квалификационных работ данного уровня структуру и состоит из введения, пяти глав, содержащих основные результаты исследования, заключения, списка литературы, включающего 103 наименований. Работа изложена на 125 страницах, содержит 85 рисунков и 4 таблицы. Диссертация и автореферат написаны строгим научным языком в соответствии с общими методологическими принципами научного исследования.

Во введении автором обосновывается актуальность диссертационной работы, сформулирована цель и поставлены задачи исследования. Показана научная и практическая значимость полученных результатов. Обозначены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе показаны масштабы использования оборотного водоснабжения. Представлен обзор существующих конструкций аппаратов охлаждения оборотной воды. Отмечены их достоинства и недостатки. На основе проведенного анализа конструкций предложено струйно-пленочное контактное устройство.

Во второй главепредставлены исследования по гидродинамике воды в струйно-пленочных контактных устройствах. В частности, исследовано истечение воды через отверстия сбоку сливных стаканов.

В третьей главе выявлены условия работы с минимальным уносом, а также получены зависимости влияния ширины сливного стакана на предельную скорость газа в контактном устройстве.

В четвертой главеразработано математическое описание процесса испарительного охлаждения воды в струйно-пленочных контактных устройствах. Проведенные автором исследования показали, что скорость воздуха влияет на тепломассообмен незначительно, так как увеличение коэффициентов тепло- и массоотдачи уравнивается снижением времени контакта, а также влияние ширины сливных стаканов оказалось весьма существенным.

В пятой главе представлена методика расчета основных конструктивных размеров струйно-пленочного контактного устройства. Была получена математическая зависимость истечения воды через центральное отверстие сливного стакана в зависимости от среднерасходной скорости воздуха.

Получена зависимость уноса жидкости от среднерасходной скорости воздуха. Результаты проведенных автором экспериментальных исследований по охлаждению воды в струйно-пленочных контактных устройствах

позволяют оценить изменение влагосодержания насыщенного воздуха на входе в блок градирни и на выходе из него.

На основе обработки опытных данных, автором получено выражение для расчета объемного коэффициента массоотдачи при охлаждении воды в предлагаемых контактных устройствах. При аппроксимации опытных данных максимальная относительная погрешность составила не более 8%, а средняя относительная погрешность не превышает 2,3%. Представлено сравнение значений объемных коэффициентов массоотдачи с различными типами оросителей, широко используемых в промышленности.

В заключении сформулированы основные выводы диссертационной работы.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Научная новизна.

Получены результаты теоретического и экспериментального исследований процессов в разработанных струйно-пленочных контактных устройств в зависимости от различных их конструктивных параметров и нагрузок по воздуху и воде; разработано математическое описание процесса охлаждения оборотной воды в разработанных струйно-пленочных теплообменниках контактных устройствах; получены результаты численных и экспериментальных исследований для получения зависимости коэффициента гидравлического сопротивления от отношения массовых расходов воздушной и водяной фаз при различной скорости воздуха на входе в аппарат; получены результаты экспериментального исследования растекания воды по перегородкам струйно-пленочного контактного устройства с лепестками. Выявленные рациональные размеры этих лепестков, при которых пленка имеет наибольшую площадь; на основе обработки опытных данных получено выражение для расчета объемного коэффициента массоотдачи при охлаждении воды в предлагаемых контактных устройствах.

Теоретическая и практическая ценность работы.

1) представлен анализ миниградирен по эффективности охлаждения, показана экономическая выгода охлаждения оборотной воды в струйно-пленочных контактных устройствах;

2) разработаны конструкции контактных устройств для теплообменных процессов и аппаратов (патенты РФ № 171022, № 166480);

3) 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;

4) предложенная конструкция струйно-пленочного контактного

устройства рекомендована к внедрению на ФКП «КЗТМ» г. Казань с целью повышения эффективности охлаждения воды на существующих производствах;

5) проведен сравнительный анализ по энергетическим затратам поперечноточной миниградирни и противоточной миниградирни с внедрением струйно-пленочных контактных устройств;

6) проведен сравнительный анализ значений объемных коэффициентов массоотдачи с различными типами оросителей, широко используемых в промышленности и энергетике.

Методология и методы диссертационного исследования.

1) численное моделирование гидро- и газодинамики аппаратов со струйно-пленочными контактными устройствами в программном комплексе ANSYS Fluent;

2) проведение экспериментальных исследований гидро- и газодинамики, тепломассообмена в аппаратах со струйно-пленочными контактными устройствами;

3) статистическая обработка и обобщение экспериментальных данных;

4) математическое моделирование процесса массопередачи на контактной ступени струйно-пленочного устройства на основе законов сохранения.

Общая характеристика работы и публикации по теме диссертации.

Основные научные результаты диссертации с необходимой полнотой опубликованы в 24 печатных работах, в том числе 5 статей, опубликованных в научных изданиях, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России для соискателей ученых степеней доктора и кандидата наук, 2 патента РФ на полезные модели, 14 докладов на международных научных конференциях.

Высоко оценивая проведенное научное исследование, обратим внимание автора на то, что при прочтении текста возникают некоторые замечания, требующие дополнительного раскрытия и уточнения.

Замечания, пожелания и вопросы:

1) В выводах следовало озвучить качественные и количественные закономерности полученных характеристик.

2) Для полученных степенных зависимостей необходимо указать диапазоны по расходам жидкостей и газов, при которых они были получены (диапазон чисел Рейнольдса и др.).

3) Следовало объяснить технический термин «при малых точках орошения», являющийся ключевой особенностью представленной работы, что не фигурирует в целях и задачах.

- 4) Необходимо указать точные диапазоны размеров отверстий в секциях насадочных контактных элементов.
- 5) Особое внимание следовало уделить условиям экспериментального исследования и расчетов, для которых лимитирующими стадиями является теплообмен и массообмен с полученными критериальными степенными зависимостями.
- 6) В ходе сравнения показателей градирен БМГ-100, вихревой камеры и струйно-пленочных контактных устройств (таблица 4, стр. 107), сравнение представлено не корректно, так как необходимо было представить полный спектр основных сопутствующих технологических и геометрических характеристик, несущих необходимую информацию для корректного сравнения и заключения о преимуществах предлагаемых разработанных контактных устройств.
- 7) Следовало учесть влияние свойств смачиваемости поверхности контактных элементов на гидрогазодинамику и тепломассообмен в разработанных контактных устройствах миниградирен.
- 8) Как проверялась адекватность? Не были представлены результаты корреляционного анализа с коэффициентами Кохрена, Фишера, Стьюдента.

Высказанные замечания и вопросы не снижают значительную ценность диссертационной работы Л.В. Круглова. Автором выполнена большая исследовательская работа; успешно решены поставленные задачи; положения, вносимые на защиту, обоснованы и получены надежные данные, описаны и проанализированы полученные результаты, сделаны научные и практические выводы.

Заключение

Диссертация Круглова Леонида Вадимовича на тему «Гидрогазодинамика и тепломассообмен в миниградирнях со струйно-пленочным взаимодействием воды и воздуха при малых точках орошения» соответствует требованиям п. 3 «Теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих тепло», п. 4 «Разработка новых конструкций теплопередающих и теплоиспользующих установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками» паспорта специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика». По своему содержанию, актуальности и научной новизне, объему проведенного исследования, теоретической и практической ценности полученных результатов диссертационная работа Круглова Л.В. соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Круглов Леонид Вадимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Диссертация, автореферат, отзыв рассмотрены и обсуждены на заседании кафедр «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» и «Теплотехника и гидравлика» «22» июня 2021 года, протокол № 17.

В голосовании приняло участие 14 человек, из них проголосовало:
«За» - 14 (единогласно), «Против» - 0, «Воздержалось» - 0.

Зав. кафедрой «Процессы и аппараты химических и пищевых производств», д.т.н., профессор

А.Е. Новиков

Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика», д.т.н., профессор

Е.А. Федянов

Сведения об организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет».

Почтовый адрес организации: 400005, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина, д. 28.

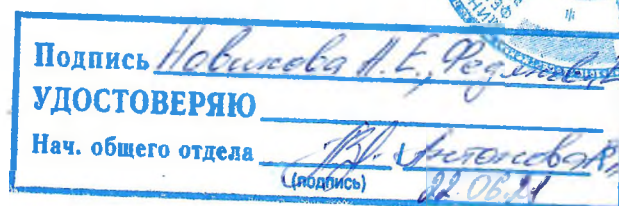
Сайт: <http://www.vstu.ru>

E-mail: rector@vstu.ru,

Тел.: Ректор ВолГТУ (8442) 23-00-76

Тел.: Кафедра «Процессы и аппараты химических и пищевых производств» (8442) 24-84-31

Тел.: Кафедра «Теплотехника и гидравлика» (8442) 24-80-40, 24-80-48



Новиков Андрей Евгеньевич. Специальность, по которой защищена докторская диссертация 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель»

Федянов Евгений Алексеевич. Специальность, по которой защищена докторская диссертация 05.04.02 «Тепловые двигатели»