

## ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу Оспановой Дидар Асылкызы, представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05303 – Теплофизика и теоретическая теплотехника на тему:

**«Разработка энергоэффективной технологии повышения эффективности теплообменников на основе изучения влияния электрогидравлического эффекта на динамику тепло-массообмена»**

Диссертационная работа докторанта Оспановой Д.А. посвящена решению одной из актуальных научно-технических задач современной теплоэнергетики и теплотехники - повышению эффективности теплообменного оборудования и обеспечению его надежной и долговременной эксплуатации.

Известно, что при длительной эксплуатации теплообменных аппаратов в промышленности на внутренней поверхности труб образуются накипные отложения, возникающие в результате осаждения солей, содержащихся в питательной воде. Наличие таких отложений приводит к снижению интенсивности теплообмена, увеличению гидравлического сопротивления, росту энергетических затрат и, как следствие, снижению общей эффективности работы теплообменного оборудования. В связи с этим разработка новых технологий интенсификации теплообменных процессов и совершенствование методов очистки внутренних поверхностей теплообменников представляет собой важную научно-техническую задачу. Поэтому, целью диссертационной работы является разработка энергоэффективного электрогидроимпульсного комплекса с многоступенчатой LC-фильтрующей системой и исследование его возможностей для повышения эффективности теплообменных аппаратов.

В ходе выполнения диссертационного исследования автором проведено комплексное исследование влияния электрогидравлического эффекта на динамику газожидкостных потоков. До разработки электрогидроимпульсной установки, предназначенной для повышения интенсивности теплоотдачи теплообменников, были изучены гидродинамические особенности движения газожидкостного потока при воздействии электрогидроимпульсного разряда. Определены гидродинамические параметры гетерогенной среды при воздействии ударных волн, исследованы закономерности распределения амплитуд импульсного давления, а также выполнено моделирование коэффициента теплоотдачи газожидкостного потока в условиях электрогидроимпульсного воздействия. Следует отметить, что возникающие при электрическом разряде ударные волны и импульсные давления распространяются в гетерогенной газожидкостной среде и оказывают интенсивное механическое воздействие на структуру накипных отложений на внутренней поверхности труб. Исследование закономерностей данных процессов позволяет определить оптимальные параметры электрогидроимпульсного воздействия, включая амплитуду ударных волн, характер распределения импульсного давления и режим движения газожидкостного потока. Это, в свою очередь, обеспечивает возможность эффективной очистки теплообменных труб без нарушения их структурной целостности.

В процессе диссертационного исследования автором также изучено влияние электрогидравлического эффекта на процессы тепло-массообмена и установлены основные гидродинамические закономерности движения газожидкостного потока. Проведены исследования структуры и элементного состава накипных отложений, образующихся на внутренних поверхностях труб теплообменников. На основе

полученных результатов разработан электрогидроимпульсный комплекс, предназначенный для повышения эффективности теплообменных аппаратов, и проведены его экспериментальные испытания.

Практическая значимость полученных результатов заключается в разработке электрогидроимпульсного комплекса, позволяющего эффективно удалять накипные отложения внутри труб теплообменников за счет воздействия ударных волн. Для интенсификации процесса очистки предложен метод введения газовой смеси в рабочую среду, эффективность которого подтверждена экспериментальными исследованиями. Предложенная технология обеспечивает очистку теплообменных труб, изготовленных из цветных металлов, без нарушения их структурной целостности. Реализация данной технологии способствует повышению эксплуатационной эффективности теплообменного оборудования, снижению энергетических затрат и увеличению срока службы оборудования.

В рамках диссертационного исследования докторантом проведен глубокий анализ научной литературы и современных публикаций, посвященных исследованию электрогидравлического эффекта, гидродинамике газожидкостных потоков, интенсификации теплообмена и технологиям очистки теплообменных аппаратов от накипных отложений.

По теме диссертации опубликовано 3 статьи в научных журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus (Eurasian Physical Technical Journal – 2023; Latvian Journal of Physics and Technical Sciences – 2023; Eastern-European Journal of Enterprise Technologies – 2023), 2 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования МНВО РК, а также 4 публикации в материалах международных научных конференций. Кроме того, в соавторстве получен патент на полезную модель №9019 от 19.04.2024г. на тему «Электрогидравлическое устройство для очистки труб». Совместно с научными консультантами издана монография «Электрогидроимпульстік технологияны өндірісте пайдалану жолдары».

Полученные научные результаты являются достоверными, обоснованными и имеют как теоретическую, так и практическую значимость. В целом диссертационная работа Оспановой Д.А. представляет собой завершенное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне, и соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD).

Считаю, что диссертационная работа Оспановой Дидар Асылкызы на тему «Разработка энергоэффективной технологии повышения эффективности теплообменников на основе изучения влияния электрогидравлического эффекта на динамику тепло-массообмена» соответствует установленным требованиям, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05303 - Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Научный консультант  
доктор физико-математических наук, профессор  
НИ Томского государственного университета

Э.Р.Шрагер

Подпись удостоверяю  
СПЕЦИАЛИСТ ПО УМР ФТФ ГРАФКО Н.С.

