

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновационной деятельности
ГОУ ВО «Луганский
государственный университет
имени Владимира Даля»

Доктор технических наук,
профессор



Витренко В.А.
2021 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Тупилко Ирины Владимировны на тему «Разработка энергоресурсосберегающих режимов внепечной деазотации жидкого металла в условиях интенсификации процессов тепломассопереноса», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика.

Актуальность темы

Снабжение металлургических заводов аргоном – важнейший аспект деятельности предприятий, производящих этот инертный газ.

Аргон, как известно, получают в теплоэнергетических установках, разделяющих атмосферный воздух на кислород, азот, аргон и другие газы способом глубокого охлаждения и перевода воздуха в жидкое состояние. Основой этого разделения является различие точек кипения этих газов (аргон $\sim -186^{\circ}\text{C}$, азот $\sim -196^{\circ}\text{C}$, кислород $\sim -183^{\circ}\text{C}$ и т.д.)

Существуют разновидности холодильных циклов, переводящих атмосферный воздух в жидкое состояние. Один из них, рассмотренный в диссертации аспиранткой И.В. Тупилко, основан на явлении существенного охлаждения сжатого в детандере воздуха при его расширении с одновременным выполнением внешней работы. Работа производится за счет внутренней энергии воздуха, что и является причиной потери его

температуры. При этом, чем больше степень расширения воздуха, чем больше величина этой работы, тем сильнее охлаждение.

Очевидно, развитие теоретических основ холодильного цикла, в котором свежая порция атмосферного воздуха охлаждается в теплообменнике предварительно охлажденным в этом цикле воздухом, выступающим в качестве хладагента – актуальная задача.

Вместе с тем, актуальной задачей является экономия аргона в технологиях, в которых он используется, т.е. актуальна, в этом смысле, разработка энергоресурсосберегающих режимов этих технологий.

Основные научные результаты и их значимость для науки и практики

Основные научные результаты, полученные автором:

1. Усовершенствованный в условиях интенсификации процессов тепломассопереноса способ энергоресурсосбережения (экономия аргона), ответственный за повышение производительности агрегата внепечной деазотации жидкого металла.

2. Получившие развитие научные представления об интенсификации холодильного цикла в теплоэнергетической установке, разделяющей воздух на отдельные газы, в т.ч. и аргон.

3. Компьютерная модель конвективной диффузии атомов азота в жидком металле, учитывающая теплообмен расплава с атмосферой через слой азотопроницаемого шлака.

Рекомендации по использованию результатов диссертации в производстве

Основной рекомендацией, на наш взгляд, является запатентованный на уровне изобретения, изложенный выше способ энергоресурсосбережения. Кроме того, желательно дальнейшее продолжение разработок по интенсификации различных холодильных циклов в теплоэнергетической воздухоразделительной установке. В частности, было бы интересным в практическом плане оценить экономическую целесообразность

использования в качестве хладагента жидкий кислород, более эффективно охлаждающий в теплообменнике свежую порцию атмосферного воздуха.

Общие замечания

Имеются следующие замечания к работе:

1. В реальных условиях 2-мерная расчетная схема была бы точнее представленной в работе одномерной.
2. Отсутствуют в диссертации: а) блок-схемы компьютерной модели; б) распределение температуры по объему металла и шлака; в) экспериментальные точки на графиках; г) сравнительный анализ различных холодильных циклов.
3. При исследовании технологии деазотации жидкого металла, на наш взгляд, в качестве одного из базовых критериев подобия целесообразно включить диффузионный критерий Прандтля.

Заключение

Несмотря на вышеизложенные замечания, считаем, что представленная работа выполнена на достаточно высоком научном уровне и имеет практическое значение. Новые научные результаты, полученные аспиранткой И.В. Тупилко, имеют существенное значение для металлургической теплоэнергетики, состоящее в повышении производительности агрегатов внепечной обработки металлов путем интенсификации процессов тепломассопереноса энергоресурсосберегающими способами.

Рекомендации, изложенные в диссертации, а также общие выводы достаточно обоснованы.

Основные результаты, полученные в работе, опубликованы в 13 научных работах, из которых 5 статей в рецензируемых журналах, в том числе 2 в журналах, включенных в перечень рецензируемых изданий ВАК ДНР, 1 патент на изобретение, 7 статей в материалах и тезисах конференций.

Основные результаты получены автором самостоятельно. В работах соавтору Н.И. Захарову принадлежит участие в постановке рассматриваемых задач, выборе метода исследования и обсуждении получаемых результатов. В

работах автору принадлежит участие в выборе метода исследования, получение теоретических решений задач, проведение численных и лабораторных исследований с анализом их результатов. А в частности это проведение лабораторных исследований, анализа полученных данных при помощи математического моделирования и сопоставление этих данных с лабораторными данными японских ученых.

Диссертационная работа полностью отвечает паспорту научной специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика, а именно в частности:

- разработка научных основ, методов и средств интенсивного сбережения энергетических ресурсов в промышленных теплоэнергетических устройствах и использующих теплоту системах и установках;
- теоретические, компьютерные и экспериментальные исследования механизмов и закономерностей процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках, использующих теплоту. Разработка и совершенствование методов расчета процессов переноса теплоты с потоками жидкости и газа в тепловых сетях, в элементах энергетических машин, технологических устройств и установок с целью улучшения их технико-экономических характеристик, экономии энергетических ресурсов;
- оптимизация параметров тепловых технологических процессов и разработка оптимальных схем установок, использующих теплоту, с целью экономии энергетических ресурсов и улучшения качества продукции в технологических процессах;
- разработка аналитических и численных методов расчета, методов математического и компьютерного моделирования гидродинамических и тепломассобменных процессов в различных отраслях промышленного производства.

Работа отвечает требованиям п. 2.1 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор

заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» 23.09.2021 г., протокол №3.

Заведующий кафедрой
вентиляции, теплогазо- и водоснабжения
ИСА и ЖКХ ГОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»
д.т.н., профессор

 Н.Д. Андрийчук

д.т.н., профессор кафедры
вентиляции, теплогазо- и водоснабжения
ИСА и ЖКХ ГОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»

 Я.А. Гусенцова

Подписи Андрийчука Н.Д. и Гусенцовой Я.А. подтверждаю
Ученый секретарь Ученого совета Луганского государственного
университета имени Владимира Даля
д.т.н., профессор



 И.Г. Дейнека

Государственное образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля».
91034, г. Луганск, квартал Молодежный, 20-А, телефон (0642) 34-48-18,
e-mail: dahl.univer@yandex.ru