

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

**ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ  
им. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИТ СО РАН)**

проспект Академика Лаврентьева, 1  
г. Новосибирск, 630090  
Тел.: (383)330-90-40; 330-84-80; факс 330-84-80  
Эл. почта: director@itp.nsc.ru  
ИНН/КПП 5408100040/540801001  
ОКПО 03534009 ОГРН 1025403648786

От 03.12.2018 № 15314 - 01/509

На \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Г

Г

**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертационную работу


**Потапенко Александра Сергеевича «Совершенствование тепловых процессов в установке непрерывного совмещенного литья и прессования цветных металлов»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика

Актуальность темы диссертационной работы

Современные металлургическая и машиностроительная отрасли промышленности направлены на развитие высокотехнологических процессов и оборудования, которые позволяют существенно поднять эффективность производства. Одной из новых конструкций, разработанной отечественными учеными и превосходящей по эксплуатационным характеристикам зарубежные аналоги, является установка непрерывного совмещенного литья и прессования цветных металлов с карусельным горизонтальным кристаллизатором, объединяющая в себе несколько металлургических переделов. Однако, в настоящее время не создано промышленных образцов установки такой конструкции, обеспечивающей стабилизацию температурных условий затвердевания расплава и дальнейшего его прессования в начальный период работы таких установок. В связи с этим актуальной теплотехнической задачей является, проведение научно-технических исследований, направленных на выявление рациональных условий работы установок, обеспечивающих наиточнейшее затвердевание металла в нестационарном переходном тепловом

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Института теплофизики  
им. С.С. Кутателадзе СО РАН,  
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н., профессор

 Дмитрий

Маркович Маркович

« 15 » ноября 2018 г.



режиме.

Основная идея диссертации состоит в создании теоретической базы, необходимой для проектирования рациональной конструкции и режимов надежной эксплуатации установок с горизонтальным кристаллизатором на основе результатов экспериментального и теоретического исследования процессов теплообмена.

Объектом исследования является установка непрерывного совмещенного литья и прессования цветных металлов с карусельным горизонтальным кристаллизатором, предметом исследования – процессы нестационарного тепломассопереноса.

Цель работы – совершенствование тепловых процессов в установке непрерывного совмещенного литья и прессования алюминиевых сплавов с карусельным горизонтальным кристаллизатором на основе результатов экспериментального и теоретического исследования тепломассопереноса.

Перечень задач включает все необходимые этапы научного исследования, что свидетельствует о достижении поставленной цели и законченном характере работы. Для решения поставленных задач используются современные и апробированные методы теоретического и физического анализа процессов тепломассопереноса.

Достоверность результатов работы подтверждается применением стандартных сертифицированных средств измерения в ходе проведения натурных обследований. Численные исследования проводились с использованием разработанной компьютерной модели теплообмена, построенной на базе лицензионного программного продукта Ansys CFX. Результаты расчетов удовлетворительно согласуются с данными экспериментов на опытно-промышленном образце установки.

Структура, объем и содержание работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав с выводами, заключения, списка используемых источников и приложений. Общий объем работы составляет 186 страниц машинописного текста, включает в себя 123 рисунка, 2 таблицы, список литературы, состоящий из 138 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, научная



новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также приведены методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В главе 1 проведен анализ современного уровня теории тепловой работы, конструкций и особенностей технологии непрерывного литья и прессования цветных металлов. На основании анализа сформулированы цель и задачи диссертационной работы. Проведенный литературный обзор показывает умение автора анализировать и систематизировать сведения и данные по исследуемой проблеме, высокую эрудированность и квалификацию диссертанта в области теории и практики исследования процессов теплообмена непрерывного совмещенного литья и прессования.

В главе 2 приведена схема опытно-промышленной установки и описан принцип ее работы. Представлена методология экспериментальных исследований температурно-временных зависимостей в зоне затвердевания расплава и зоне прессования. Приведены результаты эксперимента и анализ теплового состояния элементов установки.

Глава 3 посвящена разработке компьютерной модели сложного теплообмена в установке непрерывного совмещенного литья и прессования цветных металлов с горизонтальным карусельным кристаллизатором. Отмечены особенности построения расчётной сетки контрольных объемов и допущения при моделировании физических процессов, начальные и граничные условия. Описана методика задания краевых условий на модели в выбранном для исследования программном комплексе Ansys CFX. Показана удовлетворительная сходимость результатов численного моделирования с результатами эксперимента.

В главе 4 представлены результаты численного исследования нестационарного теплообмена в установке непрерывного совмещенного литья и прессования алюминиевых сплавов. Проведен детальный анализ тепловых процессов при различных температурах заливки опытного алюминиевого сплава АК12. Сделаны наиболее важные выводы по диссертационной работе. В приложении приведены документы, подтверждающие практическое применение результатов работы диссертации.

В главе 5 на основании проведенных исследований предложена

конструкция гидравлической системы охлаждением элементов установки и ее компьютерная модель. На основании численных расчетов разработан режим работы системы охлаждения. Представлена схема устройства для управления тепловым режимом установки, подтвержденная патентом на изобретение.

Структура диссертации логична, материал представлен последовательно. Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации.

Публикации по работе. По теме диссертации автором опубликовано 18 научных работ, в числе которых 2 статьи в изданиях, входящих в наукометрическую базу Scopus, 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата наук. Разработанные соискателем технические и технологические решения защищены патентами РФ на изобретения и свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ. Диссертационная работа апробирована в 2014-2017 годах на ряде всероссийских и международных конференциях.

Наиболее значимыми научными результатами диссертационной работы следует признать:

- разработанную компьютерную модель сложного теплообмена, учитывающую движение кристаллизатора, образование теплоты при фазовом переходе и прессовании металла, взаимосвязь всех элементов установки и систему их охлаждения;
- установленные количественные температурно-временные зависимости металла и элементов установки в переходном тепловом режиме при обработке алюминиевых расплавов, имеющих различный состав и температуру перегрева;
- предложенные рациональные режимы интенсивности водяного охлаждения кристаллизатора и инструмента прессования при обработке алюминиевого сплава АК12 в нестационарных и установившихся условиях работы установки.

Практическая значимость работы заключается в разработке технических и технологических решений, позволяющих путем контролируемого отвода избыточного количества образующейся теплоты в различных режимах ее эксплуатации обеспечить при достижении зоны прессования среднюю по сечению оптимальную для данной марки алюминиевого сплава температуру



(интервал температур) деформирования. При этом разработанные автором математические модели могут быть использованы при проектировании новых и модернизации действующих конструкций установок с горизонтальным кристаллизатором.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В главе 2, посвященной экспериментальному исследованию теплообмена в установке с горизонтальным кристаллизатором, не приводится оценка погрешностей проведения опытов.

2. В результате исследования температурно-временных зависимостей затвердевания алюминиевых расплавов автором выделено пять теплотехнических зон в установке, различающихся условиями теплообмена. Поэтому для более весомого вклада в теорию тепловой работы установки необходимо было во второй главе провести анализ статей теплового баланса в этих зонах.

3. В третьей главе диссертации приводится математическая постановка сложной физической модели литья и прессования в достаточно общем виде. В параграфе 3.2 было бы целесообразно записать конкретный вид решаемых нестационарных уравнений и краевых условий.

4. В главе 4 дается расчет длины дуги затвердевания расплава (ф-ла 4.1), исходя из чисто геометрических характеристик. В предложенной формуле почему-то отсутствуют физические и динамические параметры затвердевающего металла

Указанные замечания не снижают ценность и общую положительную оценку диссертационной работы, не влияют на основные научные и практические результаты и не затрагивают основных положений, вынесенных соискателем на защиту.

#### Общее заключение по диссертационной работе.

Диссертация Потапенко Александра Сергеевича соответствует паспорту научной специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика, имеет внутреннее единство и является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на совершенствование теплотехнологических характеристик

установок новой конструкции с горизонтальным кристаллизатором для непрерывного совмещенного литья и прессования алюминиевых сплавов. Диссертация полностью соответствует требованиям, установленным п.9 Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» с изменениями, внесенными постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. № 335 «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней»), а её автор Потапенко Александр Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Диссертация обсуждалась на научном семинаре Отдела термодинамики веществ и излучений Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН 15 ноября 2018 г., протокол № 12.

Председатель семинара  
зав. Лабораторией д.ф.м.н  
профессор, e-mail:  
stankus@itp.nsc.ru



Станкус Сергей  
Всеволодович

Отзыв подготовил гл. н. с.  
Лаборатории радиационного  
теплообмена, д. т н, профессор,  
e-mail: [vladsalomatov@yandex.ru](mailto:vladsalomatov@yandex.ru)



Саломатов Владимир  
Васильевич

Служебный адрес: 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. акад. Лаврентьева,  
д. 1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт  
теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН.

Тел.: +7(383) 330-90-40; Факс: +7(383) 330-84-80.

E-mail: [director@itp.nsc.ru](mailto:director@itp.nsc.ru); Web: <http://www.itp.nsc.ru>.