

**«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ
ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»
(МАИ)**

**Институт №11
«Материаловедения и технологии материалов»**

Волоколамское ш., дом 4
Москва, А-80, ГСП-3 125993
Факс: (499)158-29-77
Телефон: (499)158-00-02, 158-58-70
Телефон дирекции: (499)141-94-11

Электронная почта: mai@mai.ru
Электронная почта дирекции:
institute_1@mai.ru

«3» 10 2023 г.

Пер. № 259/11

Ученому секретарю
диссертационного совета
НИТУ «МиСИС» Самошиной М.Е.
119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 6,
стр. 2.

ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации Целовальника Юрия Всеволодовича на тему
«Изучение температурной зависимости коэффициента теплопередачи между металлом и
литейной формой для повышения адекватности компьютерного моделирования литейных
процессов»
по специальности 2.6.3. – Литейное производство

Применение систем компьютерного моделирования литейных процессов (СКМ ЛП) получило широкое распространение при разработке и апробации технологических процессов в промышленности. СКМ ЛП позволяют воспроизводить реальные процессы, протекающие при заливке и затвердевании отливок в форме, выявлять литейные дефекты, оптимизировать технологию их изготовления и конструкцию литниково-питающих систем. В то же время адаптация условий однозначности при компьютерном моделировании к реальным литейным процессам на конкретном предприятии является одной из самых сложных задач при внедрении СКМ ЛП. Особенно это касается определения коэффициента теплопередачи между отливкой и литейной формой, что обуславливается большим количеством факторов, которые влияют на термическое сопротивление на границе отливка - форма, трудно учитываемых при компьютерном моделировании. При этом данное термическое сопротивление во многом оказывает определяющее воздействие на результаты компьютерного моделирования. Собственно, практика применения СКМ ЛП позывает, что при несовпадении полученных результатов с реальными отливками, то в первую очередь начинают корректировать именно коэффициент теплопередачи между отливкой и литейной формой. Таким образом стараясь методом проб и ошибок добиться наилучшей адекватности проводимых расчетов. Поэтому диссертация Целовальника Ю.В., направленная на определение коэффициента теплопередачи между отливкой и формой при литье алюминиевых, магниевых и бронзовых сплавов является своевременной и актуальной.

В работе посредством обработки результатов экспериментов найдены температурные зависимости коэффициентов теплопередачи на границе отливка - форма от начала заливки до извлечения отливки для вышеперечисленных сплавов в формы из ХТС, стали и графита. Были уточнены теплофизические свойства используемых при исследовании сплавов и материалов формы на базе проведенного анализа литературных источников и термодинамических расчётов в СКМ ЛП ProCast компании ESI Group. Исследован характер изменения коэффициента теплопередачи на границе отливка - форма на различных этапах формирования отливки.

Отмечая несомненные положительные моменты диссертационной работы, следует сделать следующие замечания:

1. В работе отсутствует сопоставление полученных коэффициентов теплопередачи с механизмом кристаллизации, который может отличаться в зависимости от условий процесса и применяемых средств технологических воздействий даже для одного метода литья. В то же время существуют работы отечественных ученых – литейщиков (Вейник А.И., Баландин Г.Ф., Неуструев А.А и др.), которые подробно рассматривали тепловые основы теории формирования отливки и, в том числе, тепловое взаимодействие отливки и формы для различных условий и методов литья. К сожалению, данные работы отсутствуют в списке литературы.

2. Непонятно учитывалась ли скорость охлаждения при уточнении теплофизических свойств сплавов с помощью термодинамической базы СКМ ЛП ProCast, так как это оказывает влияние на кривую кристаллизации. Так разработчики СКМ ЛП ProCast рекомендуют использовать метод «Back Diffusion» для определения свойств сплавов при известной скорости охлаждения. С учетом решаемой задачи определения коэффициента теплопередачи при разных скоростях охлаждения, то корректировка теплофизических свойств сплавов в зависимости от скорости охлаждения является целесообразной.

3. При литье в металлические формы большое влияние на термическое сопротивление на границе отливка - форма оказывает применяемое антипригарное покрытие, которое в СКМ ЛП учитывается в коэффициенте теплопередачи между отливкой и формой. При этом в работе не показано влияние состава кокильных красок и толщины антипригарного покрытия на коэффициент теплопередачи при заливке сплавов в стальную форму.

4. Как справедливо было отмечено в литературном обзоре, большое влияние на термическое сопротивление на границе отливка - форма оказывает величина зазора, появляющегося при усадке отливки и тепловом расширении формы. В СКМ ЛП ProCast определяется величина образовавшегося зазора «Gap width» при расчете напряжений и деформаций в отливке и форме и при этом происходит корректировка коэффициента теплопередачи между ними. Поэтому был бы интересен анализ изменения коэффициента теплопередачи в зависимости от ширины образовавшегося зазора (хотя бы для литья в металлические формы).

5. Так как определение коэффициентов теплопередачи носило в большей степени эмпирический характер, то хотелось бы, чтобы в конце работы были сформулированы рекомендации: в каких случаях возможно применять полученные свойства сплавов и форм, а также кривые изменения коэффициента теплопередачи в зависимости от температуры. Это упростило бы применение полученных в работе результатов в практике моделирования.

Отмеченные замечания в целом не снижают общего благоприятного впечатления от ознакомления с работой, которая в целом характеризует автора как сложившегося и квалифицированного научного работника. А сама диссертационная работа представляет законченное научное исследование, имеет научное и прикладное значение, по объему и качеству исполнения соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.6.3. – Литейное производство, а ее автор, Целовальник Юрий Всеволодович, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

Доцент кафедры 1101 «Технологии и
системы автоматизированного проектирования
металлургических процессов», к.т.н.
Эл.почта: berejnoydv@mai.ru

Бережной Дмитрий Васильевич

Подпись Бережного Д.В.
заверяю: Директор института №1 МАИ



Беспалов А.В.