

В диссертационный совет 24.2.327.05
при ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт»
(национальный исследовательский университет)
125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4,
А-80, ГСП-3, МАИ

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Иваниной Елены Святославны «Развитие методов компьютерного моделирования процессов формирования кристаллической структуры и пористости в отливках из сплавов, применяемых в турбомашиностроении», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 – Литейное производство (технические науки)

Актуальность работы.

В настоящее время актуальным направлением является управление формированием кристаллической структуры отливки и гарантированного получения отливок с заданной структурой без паразитных зерен и с допустимым уровнем пористости (до 0,1%). В современной промышленности это реализуется в установках направленной кристаллизации.

Совершенствование конструкции установки направленной кристаллизации за счет отказа от жидкометаллического холодильника для получения крупногабаритных отливок является одной из существенных научно-технических задач.

Пористость является распространенным дефектом в отливках со структурой направленного роста. Повышение точности расчетов пористости в лопатках ГТД является важным направлением развития методов компьютерного моделирования.

Работа диссертанта Иваниной Елены Святославны, посвященная развитию методов компьютерного моделирования процессов формирования кристаллической структуры и пористости в двухфазной зоне отливки с равноосной, направленной и монокристаллической структурами на базе расширения технологических возможностей способа направленной кристаллизации, и уточнение теоретических представлений о применении критерия Ниямы, является актуальной.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, библиографического списка, приложения. Текст диссертации изложен на 136 страницах машинописного текста, содержит 15 таблиц и 51

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ
dlb ok 2025 г.

рисунков. Библиографический список включает 94 наименований российских и зарубежных источников.

В работе рассмотрено существенное упрощение технологии направленной кристаллизации в установке УВНК-8П за счет отказа от использования жидкометаллического холодильника. Установлено, что в установке с УВНК-8П с радиационным охлаждением формы можно получать крупногабаритные лопатки ГТД из сплава ЖС32, по характеристикам дисперсности дендритной структуры, не уступающие отливкам, получаемым при охлаждении формы в расплаве алюминия. При помощи компьютерного моделирования процесса направленной кристаллизации оценена эффективность геометрии кристаллоотборника. Предложена методика определения критического значения критерия Нияма для сплавов 14Х17Н2Л и МЛ10 при различных условиях охлаждения – в кокиле и в ХТС. Предложена шкала оценки пористости для протяженных тонких стенках фасонных отливок либо при направленной кристаллизации

Автореферат диссертации Иваниной Е.С. в полной мере отражает содержание диссертации и удовлетворяет требованиям по оформлению.

Тематика диссертации Иваниной Е.С., ее содержание и основные полученные результаты соответствуют требованиям паспорта научной специальности 2.6.3 – Литейное производство.

Научная новизна работы определяется следующим:

1. Определен механизм конкурентного роста зерен в плоском кристаллоотборнике при смене положения зоны благоприятного роста монокристалла в канале кристалловода. Показано, что эта зона в плоском кристаллоотборнике меняется только один раз, что обуславливает низкую эффективность такого кристаллоотборника для получения монокристаллов (20%).
2. Получена зависимость между критерием Ниямы и объемной долей пор в центральном сечении отливки-пробы из модельного сплава (МЛ10) по двум взаимно перпендикулярным направлениям, в которой величина пористости зависит от тепловых условий кристаллизации (градиент температуры и скорость охлаждения), а также от технологических факторов (температура кокиля и материал кокиля).
3. Разработана методика компьютерного моделирования для определения пороговых значений критерия Ниямы, на основе которой возможна быстрая оценка микропористости в отливках типа «Плита».
4. Для модельного сплава (МЛ10) в условиях технологии литья в кокиль получена функциональная зависимость между объемной долей усадочных пор, градиентом температуры и скоростью кристаллизации для отливки

типа «Плита», на основе которой может быть построена шкала для оценки пористости.

Практическая ценность диссертационной работы:

1. Установлены технологические параметры процесса направленной кристаллизации при радиационном охлаждении формы, которые обеспечивают получение монокристаллической структуры крупногабаритных лопаток газотурбинного двигателя из никелевых жаропрочных сплавов в промышленной установке УВНК-8П.
2. Разработана методика моделирования процесса направленной кристаллизации крупногабаритных лопаток при радиационном охлаждении формы в установке УВНК-8П, позволяющая упростить технологический процесс за счет отказа от жидкометаллического холодильника.
3. На основе компьютерного моделирования процесса конкурентного роста зерен в криволинейном канале кристалловода разработаны рекомендации по выбору конструкции кристаллоотборника, обеспечивающего гарантированное получение монокристаллических заготовок для рабочих и сопловых лопаток ГТД.
4. Результаты диссертационной работы позволяют определять температурно-временные параметры технологического процесса получения протяженных тонких фасонных отливок без усадочных дефектов при направленной кристаллизации.

Достоверность основных положений диссертации подтверждается критическим анализом состояния вопроса, комплексным использованием современных методов исследований, публикациями автора, апробацией полученных результатов на конференциях, опробованием новой технологии на предприятиях.

По диссертации имеются следующие **замечания**:

1. В диссертации в общих словах указан выбор смещения изотермы ликвидуса на 10°C , без анализа величины этого смещения.
2. В диссертации на стр. 62 приведен график изменения скорости перемещения фронт кристаллизации для радиационного охлаждения формы, полученный в результате моделирования. В зоне «пера лопатки» (расстояние от 50 до 200 мм) имеется скачкообразный характер перемещения указанного фронта при скорости $V = 10\text{мм/мин}$, при этом не приведено сравнение с натурными данными, на сколько результаты моделирования соответствуют реальным процессам.

3. В работе не приведена связь процента пористости с реальным количеством и размером пор.
4. Как известно, с краев пластины действует так называемый торцевой эффект. В этом плане, возникает вопрос, не смажет ли расположение прибыли с одного из торцов картину ее работы?

Заключение.

Диссертация Иваниной Е.С. является самостоятельным и полностью завершенным научным исследованием, направленным на решение актуальной задачи совершенствования технологии литья отливок с направленной кристаллизацией.

Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне, имеет большое практическое значение, ее результаты успешно опробованы в промышленности.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденным Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Иванина Елена Святославна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.3 Литейное производство (технические науки).

Официальный оппонент:
Ларичев Николай Сергеевич
кандидат технических наук
доцент кафедры «Литейные технологии»
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Подпись Ларичева Николая Сергеевича удостоверяю

ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва
Адрес организации: 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1
Телефон: +7 (499) 263-66-07
e-mail: bauman@bmstu.ru



«ВЕРНО»

ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ ПО ПЕРСОНАЛУ
ЛАПИНА В.В.

Л.М.М. 29.04.25

ОТДЕЛ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ
ЕДИНОЙ ПРИЕМНОЙ
УКСА
МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА