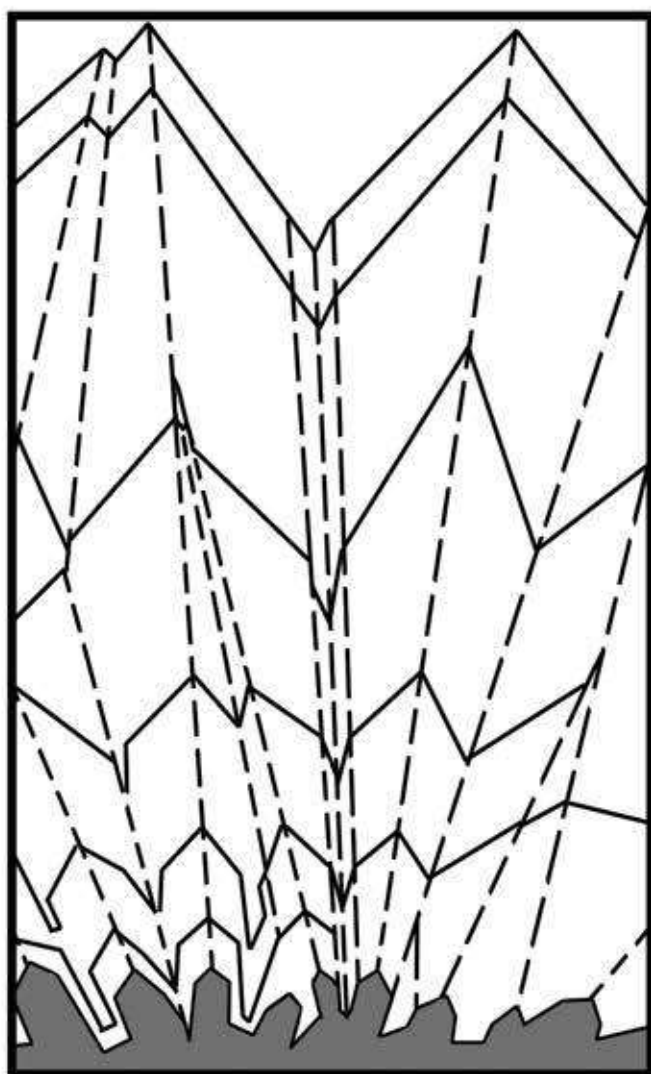




Solidification

computer simulation,
experiments and technology



Abstracts of 8th international conference
Izhevsk, 11–12 April, 2019

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН»
АО Научно-производственное объединение «МКМ»

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ: КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ, ЭКСПЕРИМЕНТ, ТЕХНОЛОГИИ

Тезисы
VIII Международной конференции
11–12 апреля 2019 года

УдмФИЦ УрО РАН

Ижевск
2019

УДК 669.017.3:681.3.06 (043.3)
ББК 34.3

Главный редактор П. К. Галенко
Ответственный редактор Л. В. Камаева

К26 Кристаллизация: компьютерные модели, эксперимент, технологии: Тезисы VIII Международной конференции. – Ижевск: Изд-во УдмФИЦ УрО РАН, 2019. – 240 с.

Solidification: computer simulation, experiments and technology: Abstracts of the VIII internationale conference. – Izhevsk: UdmFRC UB RAS Publ., 2019. – 240 p.

ISBN 978-5-6042700-0-4

Настоящий сборник содержит тезисы докладов участников VIII международной конференции «Кристаллизация: компьютерные модели, эксперимент, технологии» (КРИС-2019, 11–12 апреля 2019 года, УдГУ), посвященной актуальным проблемам теории, эксперимента и разработки компьютерных технологий процессов макро- и микроскопической кристаллизации.

Рассмотрены процессы структурообразования в сплавах, процессы высокоскоростной кристаллизации, современные проблемы в областях атомистической динамики, аморфных систем, старения сплавов и процессов в твердой кристаллической фазе, также связанные с аддитивными технологиями.

ISBN 978-5-6042700-0-4

УДК 669.017.3:681.3.06 (043.3)
ББК 34.3

© Коллектив авторов, 2019
© УдмФИЦ УрО РАН, 2019

Containerless processing of metals is used for production of metastable materials with unique properties. A significant level of undercooling below the melting point is accessible due to absence of the contact with the casting mold which serves as a substrate where solidification starts. Nowadays electrostatic (ESL) and electromagnetic (EML) levitation of liquid ceramic or metallic droplets are the widely used techniques for measuring thermophysical properties and studying of solidification kinetics.

In the space experiment PARSEC (acronym PERITECTIKA in the Russian Space Program), experimental and theoretical study of transient fluid flow, heat and mass transport, and solidification has been intensively studied starting from 2012 onboard of the ISS. Solidification pathways of the Fe-Cr-Ni and Fe-Co samples were analyzed depending on the convection level of induced flow in the samples. The convection level effects the delay time between nucleation of the metastable and stable phases that can be better interpreted based on calculated heat and mass transport phenomena in the electromagnetically levitated samples. Overview of the developed numerical models and their application to evaluation of microgravity experiments is presented in this work. The estimates of the cooling rate and flow velocity are performed using the conjugated model which accounts for all physical processes in the system under consideration.

This work was supported by NASA, grant No. NNX17AB52G and by the Russian Space Agency within the space experiment REAL. The ISS-EML facility is jointly developed by ESA and DLR Space Administration. Implementation of the space experiment PARSEC on board of the International Space Station using ISS-EML is performed jointly by ESA, NASA and Roscosmos. Financial support from Roscosmos (PERITECTIKA project), Russian Foundation of Basic Research (grant No. 18-47-183002), NASA (grant No. NNX16AB59G and NNX16AB40G), ESA (contract No. 4200014980), and Belpo (PRODEX program, contract No. C4000106700) is greatly acknowledged.

Численное моделирование селективного лазерного плавления с учетом усадки порошка методом конечных элементов с перестраиваемой сеткой

Г. А. Гордеев, В. Е. Анкудинов, М. Д. Кривилев

Удмуртский государственный университет, ИМИТиФ, УНИ ЭЕ, Лаборатория физики конденсированных сред, 426034 Россия, г. Ижевск

Аддитивные технологии (АТ) или технологии послойного синтеза сегодня являются быстроразвивающимся направлением постиндустриальной мировой промышленности. Метод селективного лазерного плавления (СЛП)

металлических порошков является одним из наиболее перспективных АТ методов [1,2]. В данной работе представлено дальнейшее развитие математической и численной модели селективного лазерного плавления (СЛП) высокодисперсных металлических порошков в условиях импульсной лазерной обработки [3,4]. Спекаемый порошковый слой рассматривается в приближении сплошной среды, при этом его эффективные теплофизические характеристики зависят от локальной пористости. Модель позволяет рассчитывать нестационарные температурные поля, удельную энтальпию, поле локальной пористости, предсказывать технологические характеристики слоя: толщину сплавленной дорожки, качество спекания с предшествующими слоями. В работе описаны все этапы анализа физико-математической постановки, включая ее математическую формулировку и численную реализацию. Для учета усадки порошкового слоя при спекании и последующем плавлении в численной модели используется метод Лагранжа-Эйлера (ALE). Используя условие по качеству на отдельный конечный элемент, обеспечивается надежный контроль сходимости решения и своевременное динамическое перестроение конечно-элементной сетки посредством адаптивного уточнения сетки. С использованием предложенной численной модели исследованы нестационарные тепловые поля и локальная пористость сплавленного порошкового слоя высокодисперсного Fe, обработанного импульсным лазером.

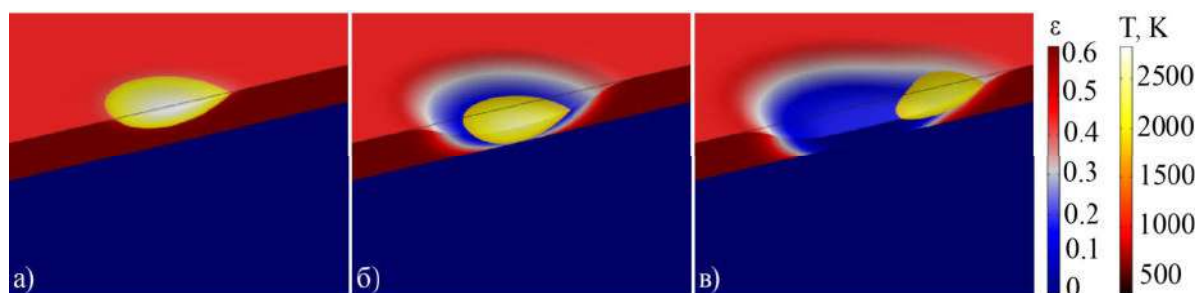


Рисунок 1. Распределение температуры T и локальной пористости ε на временах (а) $t=0,30$ мс, (б) $t=2,00$ мс, (в) $t=2,08$ мс на протяжении первого и второго лазерных импульсов при спекании порошка железа. Параметры излучения: энергия импульса $E_{\text{imp}}=0,84$ Дж, длительность импульса $\tau_{\text{imp}}=4,5$ мс, эффективный радиус луча $R_b=200$ мкм, частота импульсов $\nu=50$ Гц, смещение луча равняется R_b

В качестве примера расчёта по приведенной модели можно привести (см. рис. 1) динамику усадки порошка после первого и в начале второго импульса. Распределение температуры и пористости позволяет детально отслеживать качество формирующегося слоя, степень его адгезии с подложкой. В работе выполнены оценки качества сплавления одиночных треков, одиночных и множественных импульсов, режимы выхода на квазистационарное формирование сплавленного слоя.

Международная конференция

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-47-183002 р_мол_а и Минобрнауки РФ, проект 11.6513.2017/8.9 в рамках базовой части госзадания.

- [1] Шишковский И.В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. СПб.: Питер, 2016. 400 р.
- [2] Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства: трехмерная печать, быстрое прототипирование и прямое цифровое производство. М.: Техносфера, 2016. 656 р.
- [3] Гордеев Г.А., Кривилев М.Д., Анкудинов В.Е. Компьютерное моделирование селективного лазерного плавления высокодисперсных металлических порошков // Вычислительная механика сплошных сред, 2017. Т. 10. № 3. С. 293-312.
- [4] Ankudinov V., Gordeev G.A.A., Krivilyov M.D.D. Numerical simulation of heat transfer and melting of Fe-based powders in SLM processing // IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. IOP Publishing, 2017. Vol. 192. № 1. P. 12026.

**Исследование закономерностей консолидации сферического порошка
сплава Ti-6Al-4V при помощи послойного, поточечного
электроимпульсного спекания**

И. А. Елькин¹, В. А. Волков¹, К. С. Столбов^{2,1}, Д. А. Колодкин³

¹Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН, отдел физики и химии наноматериалов, лаборатория физики неравновесных металлических систем, 426067 Россия, г. Ижевск ул. им. Татьяны Барамзиной, 34

²Удмуртский государственный университет, Институт математики, информационных технологий и физики, лаборатория общей физики, 426034 Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1

³Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, отдел магнитных материалов, лаборатория ферромагнитных сплавов, 620108 Россия, г. Екатеринбург ул. С. Ковалевской, 18

В работе при помощи метода послойного, поточечного электроимпульсного спекания [1] исследованы особенности компактирования порошка титанового сплава *Ti-6Al-4V*, широко применяемого в промышленности. Целью работы являлось исследование влияния режимов получения на пористость и механические свойства объемных материалов.

Для получения объемных образцов брались порошки химического состава $Ti_{89,4}Al_{5,9}V_4$ вес.% (баланс примеси) сферической формы, с гранулометрическим составом 10-45 мкм. Для управления движением электрода использовался 3-х координатный автоматизированный манипулятор, а в качестве источника

Оглавление

От редакции	5
Секция I: Теория и практика процессов затвердевания	7
Голод В.М. Незавершенная эстафета: Чернов-Миркин-Колмогоров-Баландин-Гиршович-Воробьев	9
Сидоров В.Е., Сон Л.Д., Попель П.С., Русанов Б.А. Особенности кристаллизации аморфных сплавов на основе алюминия и кобальта	12
Chtchelkatchev N.M., Magnitskaya M.V., Tsvyashchenko A.V. Theoretical ab initio study of noncentrosymmetric transition-metal monogermanides synthesized under high temperature and pressure	13
Kirova E.M., Pisarev V.V. Morphological aspect of crystal nucleation and glass transition in supercooled metallic melt	15
Гусакова О.В., Шепелевич В.Г., Александров Д.В., Стародумов И.О. Влияние цинка на микроструктуру быстрозатвердевшего эвтектического силумина	16
Гусев А.О., Щерица О.В., Мажорова О.С. Исследование устойчивости методов решения задачи о фазовом переходе	19
Ломаев С.Л., Васильев Л.С. Неоднородные метастабильные состояния при спинодальном распаде твёрдых растворов	21
Макоева Е.В., Александров Д.В. Эволюция полидисперсного ансамбля кристаллов в метастабильной жидкости с нелинейными скоростями роста	24
Мокшин А.В., Галимзянов Б.Н. Температурные зависимости скоростных характеристик кристаллизации	26
Олянина Н.В., Бельтюков А.Л., Ладьянов В.И. Концентрационные зависимости вязкости расплавов аморфизирующих систем на основе кобальта: эксперимент и расчет	27
Сон Л.Д., Сидоров В.Е., Русаков Г.М. Теория плавления, основанная на статистике элементов группы $SO(3)$	30
Хуснутдинов Р.М. Локальные структурные особенности жидкого галлия	31
Синицин Н.И., Чикова О.А., Вьюхин В.В., Ельцова П.В. Влияние марганца на вязкость и переохлаждение расплавов $Fe_{100-x}Mn_x$ ($x = 1...10$ ат.%)	34
Шутов И.В., Камаева Л.В., Кривилев М.Д., Секулич Д.П., Месарович С.Д. Фазовые превращения и химические реакции при термообработке композитного припоя $Al-Si + \text{флюс}$	37
Яруллин Д.Т., Галимзянов Б.Н., Мокшин А.В. Универсальность в температурных зависимостях кинетических характеристик кристаллизации металлического расплава	39
Kazak O.V., Alexandrov D.V., Galenko P.K. Influence of tiny amount of impurity on the growth of dendritic crystals from undercooled binary melts	41
Tsepelev V.S., Starodubtsev Yu.N., Wu K.M. Influence of Ni on the crystallization and magnetic properties of $Fe_{72.5-x}Ni_xCu_1Nb_2Mo_{1.5}Si_{14}B_9$ alloys	41
Барышев Е.Е., Тягунов Г.В., Шмакова К.Ю. Влияние кластеров на кристаллизацию железоуглеродистого сплава	42
Блинова А.И., Стерхова И.В., Камаева Л.В., Ладьянов В.И. Температурные и концентрационные зависимости вязкости объемно-аморфизирующих расплавов $(Fe_{0.75}Si_{0.15}B_{0.1})_{100-x}Nb_x$ ($x=1-4$)	45
Быков П.В., Воробьев В.Л., Климова И.Н., Колотов А.А., Баянкин В.Я. Формирование химического состава поверхностных слоёв никелевых фольг, с напылённым слоем алюминия, методом ионно-лучевого перемешивания	47

Международная конференция

Гусакова О.В., Шулья Ю.М., Скибинская А.Н. Микроструктура фольг быстрозатвердевших сплавов системы Al-Ge	49
Коваленко О.В., Васильев С.В., Свиридова Е.А., Парфений В.И., Лимановский А.И., Ткач В.И. Влияние замены никеля кобальтом на термическую устойчивость и кинетику кристаллизации металлических стекол $\text{Fe}_{40}(\text{Ni},\text{Co})_{40}\text{P}_{14}\text{B}_6$ при непрерывном нагреве	52
Куликова Т.В., Быков В.А., Рыльцева А.А., Рыльцев Р.Е. Оценка кинетических параметров процесса кристаллизации аморфного сплава $\text{Cu}_{46}\text{Zr}_{50}\text{Al}_4$	54
Меньшикова С.Г., Бродова И.Г., Ширинкина И.Г., Бражкин В.В., Ладьянов В.И. Структура стеклообразующих сплавов Al-Y и Al-Ni-Y при затвердевании расплава под давлением	56
Меньшикова С.Г., Ладьянов В.И., Бродова И.Г., Ширинкина И.Г. Влияние особенностей жидкой фазы на структурно-фазовые превращения при затвердевании расплавов Al-Cu	59
Пепеляева В.Д., Камаева Л.В. Влияние концентрации меди на вязкость расплавов Al-Cu-Ni	61
Созонова Н.М., Воробьев В.Л., Баянкин В.Я., Дроздов А.Ю. Молекулярно-динамическое исследование поверхности разупорядоченного углерода при ионном облучении аргоном	62
Норман Г.Э., Писарев В.В., Флейта Д.Ю. Особенность двухчастичного коррелятора движения расплава чистого металла в окрестности точки фазового перехода	64
Шепелевич В.Г., Гусакова О.В., Гусакова С.В., Кушнеров А.В. Элементный, фазовый состав и зеренная структура фольг сплава $\text{Bi}_{27}\text{In}_{38}\text{Sn}_{35}$, полученных высокоскоростным затвердеванием	65
Секция II: Системы автоматического проектирования технологий литья	69
Кропотин В.В., Прокошев А.С. CAD системы компьютерного моделирования литейных технологий	71
Белоусов В.В., Недопекин Ф.В., Бондаренко В.И., Бодряга В.В., Антропова Л.А. Использование паттерна MVC в разработке программного обеспечения для моделирования производства высоких цилиндрических стальных слитков	71
Ankudinov V., Gordeev G.A., Krivilyov M.D. Numerical simulation of unsteady heat transport in partly melted metallic powders	74
Krivilyov M., Lomaev S., Fransae J., Matson D.M., Volkmann T. Numerical simulation of heat and mass transport in the containerless solidification experiment PARSEC onboard of the International Space Station	75
Гордеев Г.А., Анкудинов В.Е., Кривилев М.Д. Численное моделирование селективного лазерного плавления с учетом усадки порошка методом конечных элементов с перестраиваемой сеткой	76
Елькин И.А., Волков В.А., Столбов К.С., Колодкин Д.А. Исследование закономерностей консолидации сферического порошка сплава Ti-6Al-4V при помощи послойного, поточечного электроимпульсного спекания	78
Кондратьев Н.С., Трусов П.В. Многоуровневое моделирование процесса статической рекристаллизации	80
Обухов А.А., Лебедев В.Г., Обухов А.В., Романов Л.И. Математическое моделирование микроструктуры сплава MgZnY в неизотермических условиях	82
Чекмышев К.Э., Овчаренко П.Г. Математическое моделирование охлаждения композиционных отливок из железоуглеродистых сплавов в условиях литья по газифицируемыми моделям	83

Международная конференция

Vakhrushev A., Kharicha A., Wu M., Ludwing A., Nitzl G., Tang Y., Hackl G., Watziger J. On modelling parasitic solidification due to heat loss at submerged entry nozzle region of continuous casting mold	85
Баздырева Ю.А., Белоусов В.В., Бондаренко В.И., Бодряга В.В., Недопекин Ф.В., Кухарев А.Л. Математическое моделирование формирования переохлажденного слитка Fe ₈₀ Ba ₂₀	88
Федотов А.Ю., Ральникова А.С., Вахрушев А.В. Контроль дефектов морфологии и топологии микро- и наносхем.....	90
Секция III: Металлургические и литейные технологии.....	93
Давыдов С.В., Панов А.Г. Термодинамическая модель роста пластинчатого графита в чугуна.....	95
Кондрашов Е.Н., Русаков К.А., Горина А.В., Ледер М.О. Ликвационные дефекты в титановом сплаве Вt3-1	98
Пугачева Н.Б., Макаров А.В., Сенаева Е.И., Волкова Е.Г. Кристаллизация материала сварного шва при лазерной сварке титанового сплава с хромоникелевой сталью через промежуточную медную вставку.....	99
Mesarovic S.Dj., Sekulic D.P., Krivilyov M., Shutov I., Voroshilov E. Wetting phenomena in brazing of Al alloys in microgravity (space experiment BRAINS)	101
Белов В.Д., Баженов В.Е., Колтыгин А.В., Фадеев А.В., Матвеев С.В. Некоторые аспекты применения компьютерного моделирования технологических процессов в производстве отливок ответственного назначения.....	101
Дементьев В.Б., Стерхов М.Ю., Соловьев С.Д. Управление процессом кристаллизации расплавленного металла сварочной ванны модулированием тока электрической дуги	104
Зинченко С.А. Термоциклическая обработка (ТЦО) – способ снижения карбидной ликвации заэвтектоидных сталей.....	107
Русаков К.А., Кондрашов Е.Н., Долматов Е.В., Ледер М.О. Сравнение особенностей структуры слитков сплава Ti-10V-2Fe-3Al, выплавленных по разным технологиям.....	110
Черепанов А.Н., Манолов В.К. Применение нанопорошков в литейном производстве.....	111
Бодряга В.В., Белоусов В.В., Недопекин Ф.В., Бондаренко В.И., Прохоренко С.Ф. Экспериментальное исследование параметров выбросов при сливе чугуна из миксера в ковш на МК АЗОВСТАЛЬ.....	114
Галлямов С.Р., Кропотин В.В. Оценка одномерной теплопроводности материалов при нестационарном нагреве	117
Елькин И.А., Волков В.А., Столбов К.С., Колодкин Д.А., Чулкина А.А., Бельтюков А.Н. Исследование закономерностей образования пористой структуры в объемных материалах, полученных послойным электроимпульсным спеканием металлических порошков на основе Cu и Ti	119
ЛеКаоДанг, Голод В.М. Исследование неравновесной кристаллизации многокомпонентных перитектических сплавов на основе железа.....	121
Ким А.Э., Добош Л.Ю., Голод В.М. Анализ проницаемости дендритной структуры литейных сплавов.....	123
Секция IV: Метод фазового поля и расчет микроструктур	127
Лебедев В.Г. Метод фазового поля в описании процессов формирования микроструктур.....	129

Международная конференция

Tatu Pinomaa, Matti Lindroos, Martin Walbruhl, Anssi Laukkanen, Nikolas Provatas Process-structure-properties mapping for selective laser melting of 316L stainless steel using phase field method and crystal plasticity modeling.....	130
Шур В.Я., Ахматханов А.Р., Есин А.А., Чувакова М.А. Сверхбыстрые доменные стенки и дендритные домены в одноосных сегнетоэлектриках: аналогия с ростом кристаллов	131
Ankudinov V., Galenko P.K., Starodumov I. Dynamics of the solidification of different crystal structures in the Phase-Field Crystal model	132
Бакиева О.Р. Возможности исследования локальной атомной структуры вещества EELFS методом.....	133
Chtchelkatchev N.M., Ryltsev R.E., Magnitskaya M.V., Rempel A.A. Stability of vacancy-free structures and metal-insulator transition in titanium monoxide	134
Galenko P.K., Nizovtseva I.G., Moelans N. Phase-field model for rapid crystal growth in polycrystalline alloys: travelling-wave solutions, benchmarks and numerical	136
Kao A., Demange G., Toropova L.V., Alexandrov D.V., Galenko P.K. Phase field simulations and sharp interface modeling of dendritic morphology with different crystalline symmetry order under convective flow	137
Salhoumi A., Alexandrov D., Galenko P.K. Hodograph equation for fast phase transformations: A case of the Si-0.1 at.% As alloy solidification	138
Лебедева А.А., Шибанов В.А., Лебедев В.Г. Согласованное фазово-полевое моделирование динамики капли в набегающем потоке газа.....	139
Макаев А.В., Мингалиев Е.А., Есин А.А., Шур В.Я. Переключение поляризации в монокристалле ниобата лития с использованием электродов дендритной формы	141
Рыкова Ю.А., Кропотин Н.В., Лебедев В.Г. Фазово-полевое описание процессов затвердевания макроскопических систем.....	143
Савельев Е.Д., Ахматханов А.Р., Чувакова М.А., Чезганов Д.С., Шур В.Я. Кинетика роста дендритного сегнетоэлектрического домена в монокристаллах ниобата лития	145
Северюхина О.Ю., Северюхин А.В., Вахрушев А.В. Моделирование процессов формирования наноразмерных поверхностных гетероструктур.....	146
Титова Е.А., Александров Д.В., Галенко П.К. Неизотермический рост дендрита, имеющего форму эллиптического параболоида при наличии вынужденной конвекции в бинарном растворе	148
Турыгин А.П., Абрамов А.С., Аликин Д.О., Чезганов Д.С., Батурин И.С., Song X., Zhang T., Zhang Y., Hu K., Zhao Z., Шур В.Я. Дендритная микроструктура стеклокерамики на основе титаната бария-стронция.....	149
Секция V: Высокоскоростное затвердевание и аддитивные технологии.....	151
Харанжевский Е.В. Применение аддитивных технологий для получения композиционных керамических материалов с металлической матрицей.....	153
Knyazeva A., Kryukova O. Modeling of multi-phase composite synthesis at the conditions of 3D-technologies	154
Иванов И.А., Дуб А.В., Дуб В.С. Особенности механизма роста твердой фазы и новые возможности управления затвердеванием расплавов на основе железа.....	157
Galenko P.K., Hanke R., Paul Ph., Rettenmayr M., Herlach D.M., Ankudinov V., Kharanzhevskiy E.H., Zamoryanskaya M.V. Solidification kinetics in glass forming alloys: Dendrite Growth Theory <i>versus</i> Ground-Based and Microgravity Experiments	159
Барахтин Б.К., Жуков А.С., Кузнецов П.А., Шакиров И.В. Термодинамика и размерные эффекты в технологии селективного лазерного сплавления металлических порошков.....	160

Международная конференция

Еремина М.А., Ломаева С.Ф., Харанжевский Е.В., Бурнышев И.Н. Покрытия, полученные высокоскоростным селективным лазерным спеканием порошков механосинтезированного карбогидрида титана.....	163
Макаров А.В., Соболева Н.Н., Малыгина И.Ю., Харанжевский Е.В. Повышение термической устойчивости и износостойкости NiCrBSi покрытия, сформированного лазерной наплавкой, дополнительной высокотемпературной обработкой.....	166
Башкова И.О., Харанжевский Е.В., Решетников С.М. Получение защитных покрытий на поверхности циркониевого сплава Э110 методом высокоскоростного лазерного диспергирования.....	169
Карабутов А.А., Черепецкая Е.Б., Дуб А.В., Иванов И.А. Использование лазерного излучения наносекундной длительности и высокоскоростного пирометра для анализа термодинамической диаграммы состояния металла при затвердевании.....	171
Лебедев В.Г., Обухов А.А., Васин М.Г. Динамика примеси в растворе при формировании стехиометрических компаундов.....	173
Писарева Т.А., Борисова Е.М. Влияние условий лазерной обработки на функциональные свойства покрытий на элементах суперконденсаторов.....	173
Сабреков Д.Р., Рябова А.М., Анкудинов В.Е., Кривилев М.Д. Решение обратной задачи теплопроводности для металлических порошков в методе периодического нагрева.....	175
Соболева Н.Н., Николаева Е.П., Макаров А.В., Малыгина И.Ю. Фазовый состав, микромеханические и трибологические свойства композиционного покрытия NiCrBSi–Cr ₃ C ₂ , полученного газопорошковой лазерной наплавкой.....	177
Соболева Н.Н., Степченков А.К., Макаров А.В., Малыгина И.Ю. Микроструктура, микромеханические свойства и абразивная износостойкость кобальтового покрытия ПГ-10К-01, сформированного газопорошковой лазерной наплавкой.....	180
Харанжевский Е.В., Ипатов А.Г. Влияние химического состава и условий лазерной обработки на функциональные свойства сверхтвердых композитных V ₄ C-BN покрытий.....	183
Секция VI: Рост и морфология кристаллов.....	185
Бердников В.С., Винокуров В.А., Винокуров В.В., Гришков В.А., Кислицын С.А., Митин К.А. Влияние особенностей сопряженного конвективного теплообмена на формы фронтов кристаллизации в методах выращивания из расплавов.....	187
Александров Д.В., Иванов А.А., Александрова И.В., Малыгин А.П. К теории объёмной кристаллизации в движущейся области фазового превращения.....	189
Любимова Т.П., Хлыбов О.А., Гоник М.А., Дюффар Т., Зидат К. Влияние бегущего магнитного поля на течение в расплаве при выращивании полупроводникового кристалла методом погруженного кольцевого нагревателя.....	191
Галимзянов Б.Н., Яруллин Д.Т., Мокшин А.В. Влияние уровня переохлаждения металлического расплава на морфологию формирующихся кристаллических зародышей.....	193
Камаева Л.В., Стерхова И.В., Ладьянов В.И., Рыльцев Р.Е., Щелкачев Н.М. Влияние структуры расплава на зарождение и рост квазикристаллической фазы в сплавах Al-Cu-Fe.....	195
Колесниченко И.В., Лосев Г.Л., Халилов Р.И., Павлинов А.М. Применение ультразвукового доплеровского анемометра для исследования кристаллизации жидкого металла, находящегося под действием электромагнитных сил.....	197
Рыльцев Р.Е., Щелкачев Н.М., Клумов Б.А., Шуняев К.Ю. Кристаллизационная нестабильность модельных сплавов Cu-Zr-(Al).....	200

Международная конференция

Симонова Е.А., Кох А.Е., Кононова Н.Г., Шевченко В.С., Кузнецов А.Б., Крагжда А.А., Кох В.Е. Выращивание объемных монокристаллов β -BaB ₂ O ₄ с использованием комплексного растворителя Li ₂ O - LiF: методика и техника экспериментальных работ.....	204
Чаусов Ф.Ф., Ломова Н.В., Казанцева И.С., Сомов Н.В. Конкурентное фазообразование и особенности структуры кристаллических фаз в системе [Cu _x Ni _(1-x) {N(CH ₂ PO ₃) ₃ }]Na ₄ ·nH ₂ O (x = 0...1).....	206
Aflyatunova D., Mahfouf M. Simulation of single grain growth and shrinkage by Cellular Automata using corrected Moore-type neighborhood	209
Valeev R., Alalykin A. Thermal synthesis and structure of Iron nanocoatings obtained on Al porous surface.....	211
Toropova L.V., Alexandrov D.V., Galenko P.K. A selection criterion for n-fold symmetry of dendrite growth in the presence of convective flow	212
Аверкиев И.К., Бельтюков А.Н., Елисеев А.А. Рост нанокристаллов германия в матрице пористого оксида алюминия.....	213
Александрович Е.В., Михеев К.Г., Михеев Г.М. Лазерно-индуцированная кристаллизация моноклинных нанопроволок в стеклообразных пленках селена	214
Васильев С.В., Парфений В.И., Свиридова Е.А., Ткач В.И. Анализ нестационарности процесса зарождения в металлическом стекле Fe ₄₀ Co ₄₀ P ₁₄ B ₆ в изотермических условиях	217
Жихарев А.В., Баянкин В.Я., Харанжевский Е.В. Влияние лазерного излучения на физико-механические свойства неравновесных металлических систем.....	220
Кириллова Н.И., Сулейманов Е.В. Условия формирования нитевидных кристаллов сложнооксидного соединения состава La _{0,6} Sr _{0,4} MnO ₃ при использовании метода Печини	222
Когай В.Я., Михеев Г.М. Взрывная кристаллизация в наноразмерных пленочных структурах полупроводник/металл и металл/полупроводник.....	224
Попов В.Н., Черепанов А.Н. Моделирование процессов деформации и кристаллизации капли наномодифицированного сплава при соударении с подложкой.....	227
Семакин А.А., Харанжевский Е.В. Морфология микроструктур при импульсной лазерной наплавке износостойких хромоникелевых покрытий.....	230
Федотов А.Ю., Леконцев А.Т., Вахрушев А.В. Исследование структуры и свойств металлических нанокompозитов методом математического моделирования.....	231
Оглавление.....	234