

**Дайджест специального международного проекта
Центров поддержки и инноваций Российской Федерации
«ИС и молодёжь: инновации во имя будущего»**





Мельников	Антон Сергеевич
26	лет
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева–КАИ»	
Аспирант, инженер, ассистент	
Тема работы:	
«Математическое моделирование процессов синтеза и обработки композитных порошковых частиц для аддитивного производства в индуктивно-связанной плазме»	

Область научной активности: **технические науки**

2018612881 Моделирование температуры и формы шва при лазерной обработке металла с учетом фазовых переходов



Программа позволяет рассчитать динамику изменения температуры и формы поверхности расплавленного лазерным излучением металла в отсутствие испарения вещества. Входные параметры: мощность лазерного излучения, коэффициент поглощения излучения поверхностью металла, ширина пучка, удельная теплоёмкость твёрдого металла, удельная жидкого металла, температура плавления металла, начальная температура, температура кипения, удельная теплота плавления, угол смачивания, удельная плотность металла. Проводится моделирование скорости нагрева металла, объемного распределения температуры и изменения формы обрабатываемой поверхности с учетом сил поверхностного натяжения при заданном воздействии лазерного излучения в виде пятна заданного диаметра на поверхности металла. Предварительная дискретизация расчетной области не требуется, моделирование основано на аналитическом решении нестационарного уравнения теплопроводности, причем некоторые интегралы вычислены с

	<p>использованием численных методов в пакете MATLAB. Модель является сеточно-независимой, обеспечивая небольшие временные затраты на получение результата.</p>
<p>2020665869</p>	<p>Программа для моделирования динамики микрогранул порошкового материала в потоках горячего газа, формируемых в процессе горения индуктивно-связанной плазмы</p>
	<p>Программа позволяет рассчитать динамику движения твердых или жидких частиц порошкового материала в потоках газа, формируемых в процессе горения индуктивно-связанной плазмы. Входные параметры: физические свойства материалов частиц (плотность, коэффициент диффузии, коэффициент теплопроводности, молекулярная масса), координаты, начальные скорости и диаметры частиц, поля скоростей газовых потоков, распределения температуры, давления, плотности и вязкости. Проводится моделирование движения частиц с учётом режима обтекания частицы окружающим газом, броуновского движения и силы термофореза. Методом Гаусса – Зейделя решаются уравнения изменения во времени импульса каждой частицы. Дискретизация по времени выполнена по неявной схеме. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: GNU/Linux, Windows XP.</p>
<p>2020666124</p>	<p>Программа для моделирования нагрева, плавления и испарения металлических микрочастиц в технологической индуктивно-связанной плазме</p>
	<p>Программа позволяет рассчитать нагрев, плавление и испарение частиц порошкового материала, взвешенных в нагретом газе. Входные параметры: физические свойства материалов частиц (плотность, удельная теплоёмкость, коэффициент излучения, температуры плавления и кипения, удельные теплоты плавления и кипения, коэффициент диффузии, коэффициент теплопроводности, молекулярная масса, коэффициент поверхностного натяжения, константы Антуана для давления насыщенных паров), координаты и диаметры частиц, поле распределения</p>

температуры, давления, плотности и вязкости газа. Проводится моделирование движения частиц с учётом режима потока, броуновского движения и силы термофореза. Решаются уравнение теплопроводности для газа, уравнение баланса энергии и уравнение Ленгмюра – Кнудсена для частиц. Тип ЭВМ: IBM PC - совмест. ПК; ОС: GNU/Linux, Windows XP.

2020666284

Программа для моделирования термодиффузии и конденсации на микрочастицах облака паров металла, образованных при испарении частиц из другого материала в индуктивно-связанной плазме



Программа позволяет рассчитать термодинамику частиц порошкового материала, взвешенных в нагретом газе, образование и динамику облака паров испарившегося металла с их последующей конденсацией на поверхности частиц из другого материала. Рассматривается режим плёночной конденсации на поверхности частиц. Решаются уравнение теплопроводности для газа, уравнение баланса энергии и уравнение Ленгмюра – Кнудсена для частиц, уравнения баланса плотности для паров металла.

2772114

Устройство для обработки порошковых материалов в радиочастотной индуктивно-связанной плазме



Изобретение относится к устройствам для получения и обработки порошковых материалов в индуктивно-связанной плазме. Технический результат – устранение вихревых течений, возникающих в конденсационной камере путем оптимизации ее геометрической формы и повышение эффективности плазменной обработки порошкового материала. Обработка порошковых материалов в индуктивно-связанной плазме осуществляется в устройстве, состоящем из связанных между собой плазматрона, расположенного вертикально реактора, в который сверху истекает поток плазмы из плазматрона. Реактор выполнен в виде цилиндра


переменного сечения, верхняя часть которого представляет собой усеченный конус, средняя часть которого представляет собой цилиндр, а нижняя часть реактора представляет собой перевернутый вверх большим по диаметру основанием усеченный конус. Соотношения размеров составляют: входной диаметр реактора равен выходному диаметру плазматрона; высота верхней части реактора в виде усеченного конуса составляет 4,67-6,97 величины выходного диаметра плазматрона; диаметр основания верхней части, равный диаметру центральной цилиндрической части и диаметру большего основания усеченного конуса нижней части реактора, составляет 3,81-5,24 величины выходного диаметра плазматрона; высота цилиндрической части реактора составляет 1,51-2,26 величины выходного диаметра плазматрона; высота усеченного конуса нижней части реактора составляет 2,88-4,3 величины выходного диаметра плазматрона; диаметр выходного отверстия нижней части, соответствующий вершине нижнего усеченного конуса, составляет 1,68-2,32 величины выходного диаметра плазматрона.

2022664062

Программа для моделирования на микроуровне плавления, испарения, конденсации и сфероидизации металлических частиц в высокотемпературном газе



Программа рассчитывает динамику параметров и морфологии поверхности металлических частиц порошка в процессе их плавления, испарения, конденсации и сфероидизации при газофазной высокотемпературной обработке. Входные параметры: размеры расчетной области; форма и размеры исходных частиц; теплофизические свойства материала частиц и окружающего газа; начальная температура частиц; усредненное поле скоростей, температуры и давления газа, окружающего частицу. Процессы моделируются путем решения нестационарных уравнений Навье–Стокса, уравнения теплопроводности и обобщенного уравнения переноса с

	<p>учетом конвективного и диффузионного механизмов тепломассопереноса для смеси методом конечных разностей с применением итерационного метода Гаусса–Зейделя решения сеточных уравнений. Научные исследования проведены при поддержке Минобрнауки России Рег. номер НИОКТР АААА-А20-120122490071-1. Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК; ОС: Windows 10 и выше.</p>
<p>2022668525</p>	<p>Программа для анализа параметров частиц порошковых материалов по их изображениям</p>
	<p>Программа предназначена для анализа изображений частиц порошковых материалов для оценки их морфологических параметров: эквивалентный диаметр, эффективный диаметр просеивания, удлинение и индекс округлости частиц; а также для оценки распределения по фракционному составу и других статистических оценок в виде гистограмм и таблицы данных. Входные параметры: изображение частиц порошка, размеры масштабной линейки, чувствительность медианного фильтра, порог бинаризации, морфологические настройки (размер дилатации и эрозии), чувствительность к подавлению шумов, порог сегментации. Ввод входных параметров осуществляется через пользовательский интерфейс. Тип ЭВМ: ПК. ОС: Windows 10 и выше.</p>
<p>2024661269</p>	<p>Программа для моделирования теплопереноса при лазерной обработке металлической поверхности</p>



Программа позволяет рассчитать динамику нагрева и фазовых переходов металлической поверхности под воздействием лазерного излучения, представленного объёмным тепловым источником, а также течения в возникающей ванне расплава. Входные параметры: размеры расчётной области; параметры источника нагрева (мощность лазера, диаметр луча, скорость сканирования); теплофизические свойства материалов поверхности и окружающего газа (плотность, кинематическая вязкость, коэффициент теплопроводности, удельная теплоёмкость). Физические процессы моделируются путём решения нестационарного уравнения теплопроводности, уравнений Навье – Стокса, уравнения и уравнения переноса фазы методом конечных разностей. Программа получена в рамках Передовой инженерной школы «Комплексная авиационная инженерия» (Соглашение 075-15-2024-014). Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК. ОС: GNU/Linux, Windows XP.

2024663171

Программа для моделирования тепломассопереноса при прямой лазерной наплавке с учётом нанесения материала и фазовых переходов многокомпонентной смеси



Программа рассчитывает динамику газовых потоков, теплоперенос и траектории частиц порошка, прогнозируя форму и размеры наплавочного валика и ванны расплава для лазерной наплавки. Входные данные: размеры области, параметры частиц и процесса (мощность лазера, скорость сканирования), теплофизические свойства материала. Моделирование физических процессов основано на методе конечных разностей для уравнений Навье – Стокса, теплопроводности и баланса энергии. Программа разработана в рамках Передовой инженерной школы «Комплексная авиационная инженерия» (Соглашение 075-15-2024-014). Тип ЭВМ: IBM PC-совмест. ПК. ОС: GNU/Linux, Windows XP.

Мельников А. С. является соавтором 20 публикаций, индексируемых в РИНЦ, ВАК, Scopus и Web of Science, принимает активное участие в научных конференциях всероссийского и международного уровня.

Отмечен благодарственным письмом за активное участие в научной деятельности университета в 2019 г.

Является лауреатом именной стипендии Мэра г. Казани в 2021 г, лауреатом именной стипендии АО «ОДК» в 2021 г., лауреатом Специальной государственной стипендии Республики Татарстан в 2023 г., победителем конкурса «Лучший молодой ученый Республики Татарстан – 2023» в номинации «Лучший аспирант в области технических наук», лауреатом стипендии Президента РФ для аспирантов в 2024 г.

