

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Н.С.Бондаревой

«Численное исследование сопряженного конвективного теплопереноса в системах, содержащих материалы с фазовым переходом», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 - механика жидкости, газа и плазмы

Представленная диссертация посвящена математическому (численному) моделированию нестационарных режимов плавления материала в замкнутой полости с локальным источником тепловыделения в условиях естественной конвекции расплава, в том числе при наличии магнитного поля. Данная задача имеет прямое отношение к проблемам повышения эффективности систем пассивного охлаждения тепловыделяющих элементов радиоэлектронной аппаратуры и электронной техники, создания новых термостатических строительных материалов и др. Таким образом, актуальность темы исследования не вызывает сомнений.

В диссертации разработана вычислительная модель, описывающая динамику плавления материала и естественную конвекцию расплава внутри замкнутой прямоугольной полости с локальным источником тепла, в том числе при наличии однородного магнитного поля произвольной ориентации. С помощью разработанной модели проведен численный анализ нестационарных режимов плавления материалов с разными теплофизическими свойствами в широком диапазоне режимных параметров, исследовано влияние магнитного поля на динамику плавления металлического теплоносителя, путем сравнения результатов двумерного и трехмерного расчетов определена область применимости двумерного приближения для рассматриваемого класса задач. В диссертации получены новые интересные научные результаты по структуре течения расплава, выявлены различные режимы течения и факторы, влияющие на интенсивность охлаждения тепловыделяющего элемента. Достоинством работы является и то, что автор дает развернутую интерпретацию результатов проведенных численных экспериментов.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Запись диффузионных слагаемых в уравнениях теплопереноса (3) и (7) в упрощенной форме $\xi \nabla^2 \Theta$ (вместо $\nabla \cdot (\xi \nabla \Theta)$) требует обоснования. Например, если твердая и жидкая фазы имеют различные коэффициенты теплопроводности, то использование упрощенной записи ведет к появлению в окрестности границы раздела фаз паразитного источника тепла $-\nabla \xi \cdot \nabla \Theta$, который может существенно исказить получаемое решение.

2. На стр.6 автореферата сказано, что в начальный момент времени материал находится в твердом состоянии и имеет температуру, равную температуре плавления T_m . Однако в рамках модели «сглаженного» фазового перехода такая формулировка начального условия кажется противоречивой. А именно, согласно определению переключе-

чающей функции φ (4), температуре T_m формально отвечает не твердый ($\varphi=0$), а «наполовину расплавленный» материал ($\varphi=0.5$), которому для перехода в жидкое ($\varphi=1$) состояние требуется энергия, равная лишь половине теплоты плавления. Соответственно, если в качестве начального условия задавалась именно температура T_m ($\Theta=0$), а не $T_m-\eta$ (что отвечало бы твердому материалу), то в расчете могла быть значительно завышена скорость распространения фронта плавления (особенно в начале процесса).

Высказанные замечания не затрагивают существа работы, которая представляет собой законченное исследование по актуальной проблеме гидродинамики двухфазных систем с фазовым переходом. Полученные в работе результаты способствуют более глубокому пониманию основных процессов, влияющих на работу пассивных теплоаккумулирующих устройств с изменяемым фазовым состоянием рабочего тела, и могут быть полезны при разработке и оптимизации таких устройств.

Таким образом, судя по автореферату, диссертация удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013, а ее автор, Н.С.Бондарева, заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Смирнов Евгений Михайлович, д.ф-м.н.,
зав.кафедрой «Гидрогазодинамика, горение и теплообмен»

Зайцев Дмитрий Кириллович, д.ф-м.н.,
доцент кафедры «Гидрогазодинамика, горение и теплообмен»

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)
195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.
т. (812)2972419; aero@phmf.spbstu.ru

