

ОТЗЫВ

Д.т.н., проф., в.н.с. Института механики сплошных сред УрО РАН.

Хрипченко Станислава Юрьевича

Пермь, 614013 ул.Королева, 1 тл.2 378306, khripch@icmm.ru

на автореферат кандидатской диссертации **Швыдкого Евгения Леонидовича**
Исследование гидродинамических процессов в жидкометаллическом вторичном
элементе индукционных МГД машин
по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты

Перемешивание жидкого металла при его кристаллизации является важной частью металлургического процесса литья непрерывных слитков. МГД-перемешивание применяется например при непрерывной разливке стали, а так же в машинах непрерывного литья цилиндрических слитков из алюминия и его сплавов. При непрерывной разливке стали уже давно применяются перемешивание бегущим магнитным полем. Имеется достаточно большое количество работ по исследованию гидродинамических процессов в жидком металле под действием вращающихся и бегущих магнитных полей. Эта область активно исследуется в Риге, в Германии и у нас в России

. Интересным остается вопрос влияния различных режимов МГД-перемешивания на динамику и форму фронта кристаллизации слитка, на эволюцию концентрации внесенной в жидкий металл примеси, на структуру кристаллизующегося слитка.

В своей работе диссертант судя по его автореферату проводит исследование в этой области. Он по результатам своих численных и физических экспериментов выполнил анализ влияния параметров бегущего магнитного поля и геометрической формы объема на перемешивающее течение и кристаллизацию жидкого металла, анализ влияния пульсирующего и реверсивного воздействия бегущего магнитного поля МГД-перемешивателя на эффективность перемешивания металла. Диссертант сформулировал рекомендации для проектирования индукторов бегущего поля для МГД-перемешивания жидкого металла.

Работа диссертанта прошла хорошую апробацию на восьми конференциях разного уровня в России и трех конференциях за рубежом (Латвия, Италия, Япония). По теме диссертации опубликовано 8 статей из них 6 в журналах, входящих в международные базы данных и системы цитирования Web of Science и Scopus. Все это говорит о актуальности и хорошем качестве работы диссертанта.

К сожалению в работе отраженной в автореферате к диссертации есть недостатки и неясные моменты.

1. В жидком металле бегущее магнитное поле одностороннего индуктора генерирует силы отталкивающие металл от индуктора и значительно меньшие по величине силы сонаправленные с **фазовой скоростью бегущего магнитного поля**. И те и другие силы в результате того, что они являются векторным произведением магнитного поля и индуцированного тока не могут быть сонаправлены с бегущим полем, как это написано на стр 10 в автореферате.
2. Защита диссертации будет происходить в России поэтому обозначения на рисунках поясняющие его (по моему мнению) надо бы делать на Русском языке.
3. Непонятен рисунок 1. Если емкость с металлом расположена так как показано на рисунке, силы увлекающие жидкий металл бегущим полем индуктора будут очень малы. И очень неоднородны вдоль оси z . Такое расположение емкости

Вх. №05-19/1-271
от 13.10.20г.

крайне неэффективно для возбуждения в ней индукционных токов, а следовательно и для генерации в ней перемешивающего крупномасштабного течения жидкого металла.

4. Формула расчета коэффициента неоднородности распределения частиц в перемешиваемом объеме не приведена, а лишь описана словами, что вызывает вопросы.
5. Так как за увлекающие металл силы отвечает нормальная компонента бегущего поля, то на рис.1б лучше было привести ее распределение вдоль оси x
6. В конце 11 стр. реферата говорится о перпендикулярности и о наклоне плоскости фронта кристаллизации, но остается неясным к чему этот фронт перпендикулярен или наклонен и куда направлено электромагнитное усилие.
7. На стр.15 вместо Рис.7 написано просто 7.
8. На рисунке 7 из подписи к нему и из обозначения на рисунке остается не ясным, что означают экспериментальные и теоретические кривые, приведенные на нем. В реферате нет объяснения, чем отличается максимальное значение скорости от ее амплитудного значения.
9. При включении прерывистого режима воздействия бегущего магнитного поля на жидкий металл, как было экспериментально и теоретически показано в [S.Yu. Khripchenko, R.R. Siracv, S.A.Denisov, V.M. Dolgikh, I.V. Kolesnichenko. Liquid metal flow exposed to modulated travelling and rotating magnetic fields in a cylindrical crucible/ Magnetohydrodynamics Vol. 54 (2018), No. 4 pp. 373–381 DOI: 10.22364/mhd.54.4.5] объемные электромагнитные силы индуцированные в металле снижаются по величине в два раза, а величина скорости вызываемого ими течения уменьшается в $\sqrt{2}$ раз. Из рис.7 это сложно увидеть

Несмотря на эти недостатки которые в большинстве своем, вероятно, произошли по некоторой невнимательности диссертанта, работа производит хорошее впечатление, она является, безусловно, полезной, а ее результаты могут быть использованы для улучшения существующих технологий литья и конструировании новых МГД-устройств

Считаю, что работа выполнена на высоком уровне, прошла апробацию на конференциях различного уровня и представлена достаточным количеством публикаций. Работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 – Электромеханика и электрические аппараты

Ведущий научный сотрудник
Института механики сплошных сред УрО РАН,
Д.т.н., профессор

С.Ю.Хрипченко

