

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Болотина Кирила Евгеньевича «Повышение эффективности индукционных магнитогидродинамических машин металлургического назначения»

Одной из важных проблем в металлургическом производстве цветных металлов является проблема перемешивания расплава в процессе приготовления сплавов или в процессе их кристаллизации при производстве слитков. В частности это является острой проблемой в литейном производстве при плавлении алюминия и его сплавов в алюминиевых отражательных печах. В настоящее время за рубежом для перемешивания жидкого металла в печах активно используются МГД-перемешиватели бегущего или вращающегося магнитного поля. В России главным образом на заводах РУСАЛа так же применяются подобные перемешиватели. Наряду с достоинствами таких устройств все они обладают существенным недостатком. Полюса индуктора этих устройств вследствие толстой футеровки ванны печи располагаются на значительном удалении от жидкого металла. Так как магнитное поле создаваемое полюсами индуктора МГД-перемешивателя сильно падает с расстоянием, и для того, чтобы достичь нужного эффекта требуется большая электрическая мощность. Обычно такие перемешиватели потребляют сотни кВА электроэнергии. Различные способы приблизить полюса индуктора к слою металла связаны с ухудшением конструкции печи и снижением ее надежности.

В диссертации предложен интересный способ решения этой проблемы путем применения специальных вставок на полюса индуктора МГД-перемешивания из ВМД композитного материала и исследованы физические свойства этого материала, а так же исследован вопрос о влиянии конструктивных параметров этих вставок на эффективность МГД-перемешивания расплава в ванне печи.

В процессе работы диссертант используя современные методы провел ряд физических и численных экспериментов по исследованию распределения электромагнитных сил, полей скоростей, распространения тепла и растворения внесенной примеси при МГД-перемешивании металла осуществляемого МГД-перемешивателями с вставками из ВМД композитного материала. Проведенные расчеты модельных задач дают хорошее совпадение с экспериментом.

В результате было показано, что использование предлагаемых вставок приводит к существенному улучшению процесса перемешивания и как результат к значительному снижению потребляемой электрической мощности.

Работа производит хорошее впечатление, она является, безусловно, полезной и важной, ее результаты могут быть использованы при создании более эффективных МГД-перемешивателей.

Хочу отметить некоторые недостатки в тексте автореферата.

Так в тексте для обозначения расстояния между поверхностью полюсов МГД-перемешивателя и слоем жидкого металла в ванне печи постоянно используется термин немагнитный зазор. Это не верно, дело в том, что термином немагнитный зазор принято обозначать расстояние между полюсами ферромагнитного сердечника (не надо путать с межзубцовым расстоянием).

На стр.16 в скобках приведены значения средней скорости перемешивания с обычными вставками и с обратнотрапециевидными. Эти значения поменяны местами.

Однако эти мелкие недостатки не снижают достоинств работы. Диссертация соответствует специальности 05.09.01 и написана в соответствии с п.9 Положения о присуждении ученых степеней, а диссертант достоин присуждения степени кандидата технических наук по этой специальности.

Д.т.н., проф. В.н.с. лаб.№4

Института механики сплошных сред УрО РАН  
филиала Пермского Федерального Исследовательского Центра  
Уральского Отделения Российской Академии Наук  
Г. Пермь 614013 ул.Королева, 8  
Сл.т. 8 342 2378306 email khripchenko@icmm.ru

Хрипченко С.Ю.  
/Хрипченко Станислав Юрьевич/

9.06.2018

Хрипченко С.Ю.  
9.06.2018