

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПЕРЕМЕШИВАНИЕ ЖИДКОГО МЕТАЛА В МИКСЕРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

Жеденов Д.В.

научный руководитель доц. Боякова Т.А.

Сибирский федеральный университет

Одним из перспективных направлений развития технологии производства металлов и сплавов является применение методов силового воздействия электромагнитным полем (ЭМП) на жидкометаллические рабочие среды. К настоящему времени эти методы реализованы в целом ряде устройств (электромагнитные перемешиватели, насосы, дозаторы), принцип действия которых основан на использовании сил, возникающих при взаимодействии бегущего электромагнитного поля создаваемого электромагнитами и проводящей среды. Перемешивание расплавленного металла является непременным звеном технологического процесса в металлургии.

В новой технологии для создания магнитного поля вместо электромагнитов, используются постоянные магниты. Благодаря этому разрабатываемая установка имеет к.п.д. более 70%, что более чем в 8 раз выше к.п.д. электромагнитных перемешивателей, при этом весогабаритные показатели, также существенно ниже.

В МГД-перемешивателях на постоянных магнитах, заложена инновационная концепция развития таких устройств. Исходным условием при проектировании является допустимая рабочая температура эксплуатации современных постоянных магнитов, которая может варьироваться от 150 до 450 °С, что значительно выше предельной рабочей температуры электромагнитных катушек (до 120 °С). Такое преимущество позволяет эксплуатировать МГД-перемешиватель с постоянными магнитами на высоких температурах, что приводит к значительному снижению толщины немагнитного зазора между жидким металлом и МГД-перемешивателем (по расчетам с 400 мм до 150 мм), что дает при эксплуатации эффективное перемешивание металла МГД-перемешивателем на постоянных магнитах, сопоставимое с эффективностью электромагнитных перемешивателей. При этом разрабатываемое устройство будет иметь значительно меньшие массогабаритные показатели (снижение в 4-5 раз) и энергопотребление (снижение в 8-10 раз) по сравнению с существующими аналогами.

Для определения минимального немагнитного зазора было рассчитано механическое напряжение в месте установки перемешивателя, в системе SolidWorks. Прочностной расчет показал, что величина немагнитного зазора может быть уменьшена до 150 мм.

Тепловой расчет, в программном пакете ANSYS, позволил в подине миксера сопротивления, подобрать футеровку, которая обеспечит минимальные тепловые потери, что способствует и подбору постоянных магнитов, в данном случае NdFeB, остаточная магнитная индукция которого составляет 1,22-1,26 (Тл), и коэрцитивная сила 907 (кА/м).

Одной из решаемых задач было создание математической модели МГД-перемешивателя. Математическая модель разрабатывалась в программном пакете ANSYS CFX, для определения электромагнитных, тепловых и гидродинамических характеристик.

В ходе моделирования были получены характеристики, такие как зависимость скорости вращения жидкого металла от частоты вращения магнитов. График показывает, что скорость металла перемешивателя с постоянными магнитами достигает

порядка 0,7 м/с, а индукционные перемешиватели имеют скорость вращения металла 0,7–0,8 м/с.

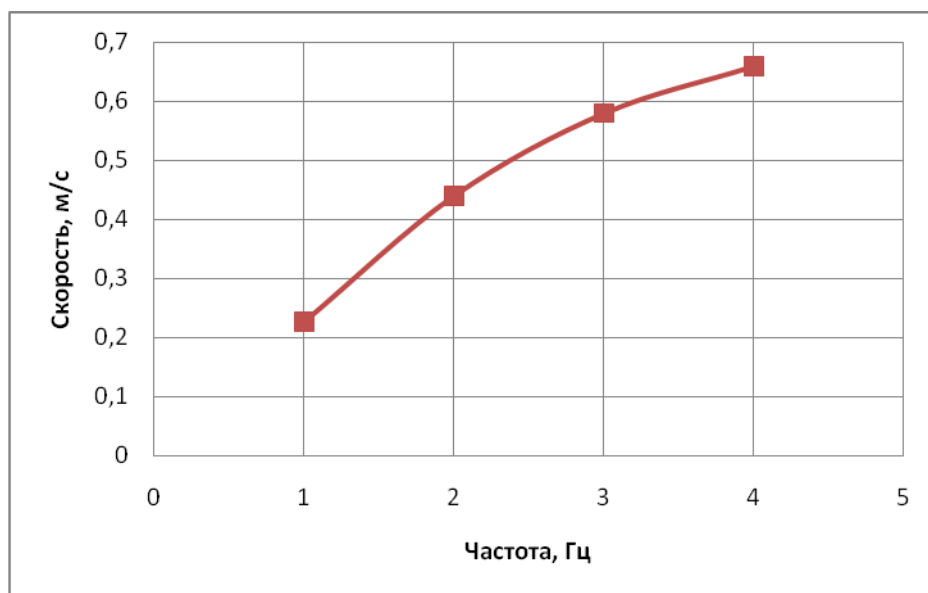


Рисунок 1 - График зависимости скорости вращения жидкого металла от частоты вращения магнитов

Так же получена зависимость скорости вращения жидкого металла от времени (рис. 2), и зависимости температуры жидкого металла от времени (рис. 3).

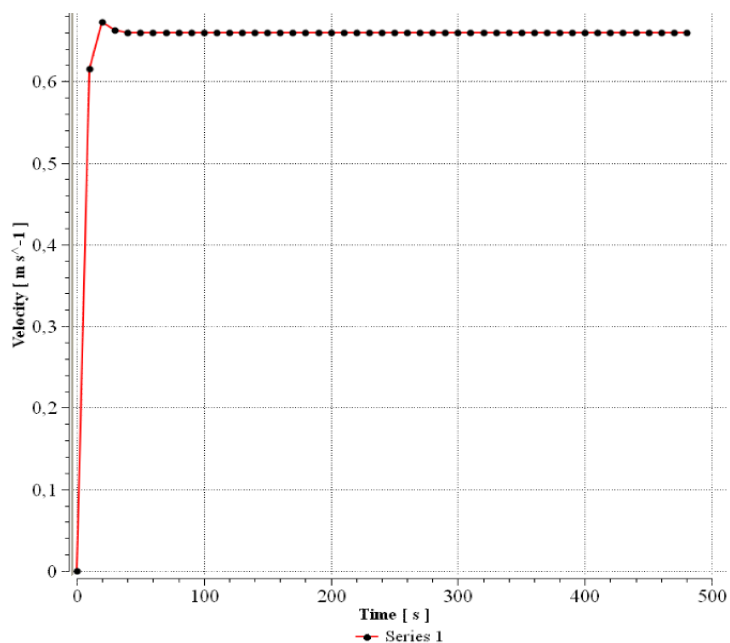


Рисунок 2 - График зависимости скорости вращения жидкого металла от времени

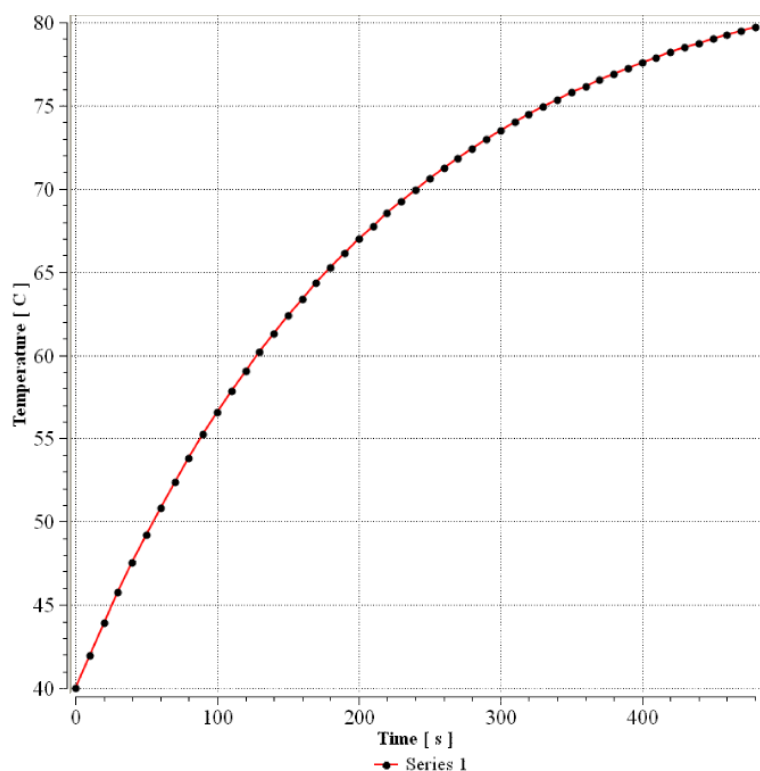


Рисунок 3 - График зависимости температуры жидкого металла от времени

Полученные основные характеристики, позволяют судить о возможности использования МГД-перемешивателя на постоянных магнитах в технологическом комплексе производства сплавов металлов, так как у индукционного МГД-перемешивателя скорость жидкого металла, идентична скорости металла создаваемой перемешивателем на постоянных магнитах, при этом при одинаковой полезной мощности потребляется значительно меньше количество электроэнергии и к.п.д. устройства увеличился в 2 раза.